



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA BAJO EL ENFOQUE DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION EN EL EDIFICIO MALECÓN CASTILLA 241, MAGDALENA DEL MAR, 2018-2019”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

GERRY CALLATA CHAVARRIA

CARLOS SEBASTIAN PAREDES GUEVARA

Asesor:

Ing. Díaz García, Gonzalo Hugo

Lima - Perú

2021

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Díaz García Gonzalo Hugo, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- CALLATA CHAVARRIA, GERRY
- PAREDES GUEVARA, CARLOS

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA BAJO EL ENFOQUE DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION EN EL EDIFICIO MALECÓN CASTILLA 241, MAGDALENA DEL MAR, 2018-2019” para aspirar al título profesional de: Ingeniero Civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

Ms. Ing. DIAZ GARCIA GONZALO HUGO
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: *Haga clic o pulse aquí para escribir texto*, para aspirar al título profesional con la tesis denominada: *Haga clic o pulse aquí para escribir texto*.

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

☐ **Aprobación por unanimidad**

☐ **Aprobación por mayoría**

Calificativo:

☐ Excelente [20 - 18]

☐ Sobresaliente [17 - 15]

☐ Bueno [14 - 13]

Calificativo:

☐ Excelente [20 - 18]

☐ Sobresaliente [17 - 15]

☐ Bueno [14 - 13]

☐ Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado
Presidente

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo de investigación
a nuestros docentes que fueron las personas
quienes nos compartieron sus conocimientos
y experiencias que fueron muy necesarias para
la realización del mismo.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios por guiarnos en este largo camino de la vida universitaria, así mismo a cada uno de nuestros padres, ya que sin su ayuda de ellos no hubiese sido posible la investigación, además del apoyo emocional que nos brindaron en nuestros momentos más difíciles.

Tabla de contenidos

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS 2

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática.....	13
1.1.1. Antecedentes	16
1.1.2. Bases Teóricas.....	20
1.1.3. Problema.....	23
1.2. Formulación del problema	23
1.3. Objetivos	24
1.4. Hipótesis.....	24
1.5. Importancia y justificación del estudio.....	25
1.6. Limitación del Estudio	26
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	27
2.1. Tipo de investigación	27
2.2. Población y muestra	28
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	29
2.4. Procedimientos	32
2.5. Procedimiento de análisis de datos	33
2.6. Diagrama de Flujo	35
2.6.1. Filosofía Lean Construction	36
2.6.2. Influencia de la Filosofía Lean Construction	37
CAPÍTULO III. RESULTADOS	39
3.1. <i>Cartas balance Pre Lean Construction</i>	39
3.2. <i>Sectorización</i>	42
3.3. <i>Segunda Cartas balance Post Lean Construction – Sectorización</i>	51
3.4. <i>Tren de Actividades</i>	54
3.5. <i>Tercera Carta Balance Post Lean Construction - Tren de Actividades</i>	57
3.6. <i>Circuito Fiel</i>	59
3.7. <i>Cuarta Carta Balance Post Lean Construction – Circuito Fiel</i>	67
3.8. <i>Porcentaje de Plan Cumplido</i>	69
3.9. <i>Productividad, Ratios de Productividad y CPI</i>	72
3.10. <i>Prueba de la Hipótesis</i>	77
CAPÍTULO IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES	104

4.1. Discusiones	104
4.2. Conclusiones	108
REFERENCIAS.....	111
ANEXOS	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Variación Porcentual Anual del PBI Total y el PBI Construcción en los años (2010 – 2017).	14
Figura 2: Comparativo entre situación esperada y real sobre la variación en el nivel de las operaciones en las empresas del sector construcción.	15
Figura 3 Diagrama de Flujo Lean Construction - Etapa de Diseño	36
Figura 4 Diagrama de Flujo Lean Construction - Etapa de Ejecución	37
Figura 5 Diagrama de Flujo Lean Construction - Realización del Proyecto	38
Figura 6 Tiempos de Trabajo Pre - Lean Construction	41
Figura 7: Sectorización de elementos horizontales	42
Figura 8: Elementos estructurales modelados en 3D-Autocad.	48
Figura 9: Metrado de elementos horizontales (Vigas y losa).	48
Figura 10: Sectorización de concreto para elementos horizontales	48
Figura 11: Sectorización de concreto para elementos verticales	49
Figura 12: Sectorización de encofrado de elementos horizontales	49
Figura 13: Sectorización de elementos verticales.	50
Figura 14: Sectorización de acero en elementos horizontales	50
Figura 15: Sectorización de acero en elementos verticales	51
Figura 16 Resumen Productividad Carta Balance - Sectorización	53
Figura 17 Productividad Post Lean Construction - Tren de Actividades	59
Figura 18 Resumen de Productividad Circuito Fiel	68
Figura 19 Resumen Porcentaje de Plan Cumplido	71
Figura 20 Ratio de Productividad "Acero"	74
Figura 21 Ratio de Productividad Encofrado y Desencofrado	75
Figura 22 Ratio de Productividad "Concreto"	76
Figura 23: Vista área de la obra, se puede apreciar la sectorización establecida en esta tesis ...	162
Figura 24: Análisis de las cuadrillas seleccionadas en la muestra de esta investigación.	163
Figura 25: Análisis de los trabajos de la cuadrilla de vaciado de concreto	164
Figura 26: Vista de trabajos de herrería y carpintería.	165
Figura 27: Cuadrilla de vaciado de concreto.	166

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estimación de desperdicios en obras de edificación.	13
Tabla 2 Operacionalización de Variables.....	31
Tabla 3 Carta Balance Pre Lean Construction - Acero Vertical.....	39
Tabla 4 Resumen Pre Lean Construction - Cartas Balance	40
Tabla 5 Fuente: Ghio (2011) "Desempeño de proyecto de acuerdo con la distribución de trabajo"	41
Tabla 6: Tren de actividades de 3 sectores	42
Tabla 7: Programación del mes de julio 2018.....	43
Tabla 8: Programación del mes de agosto 2018.	43
Tabla 9: Programación del mes de setiembre 2018.	44
Tabla 10: Programación del mes de octubre 2018.	44
Tabla 11: Programación del mes de noviembre 2018	45
Tabla 12: Programación del mes de diciembre 2018.....	46
Tabla 13 Carta Balance 2 Post Lean Construction - Acero Vertical	51
Tabla 14 Resumen de Productividad Post Lean Construction - Acero Vertical.....	53
Tabla 15: Tren de actividades propuesto semana 9 - 11.....	54
Tabla 16: Tren de actividades propuesto semana 12 - 14.....	55
Tabla 17: Tren de actividades propuesto semana 15 - 17	55
Tabla 18: Tren de actividades propuesto semana 21 - 23.....	56
Tabla 19: Tren de actividades propuesto semana 18 - 20.....	56
Tabla 20 Carta Balance Tren de Actividades Post Lean Construction - Acero Vertical	57
Tabla 21 Resumen de Productividad - Tren de Actividades	58
Tabla 22 Circuito Fiel - Acero Vertical – Pre Lean Construction.....	60
Tabla 23 Circuito Fiel Acero Vertical - Post Lean Construction	60
Tabla 24 Circuito Fiel Acero Horizontal - Pre Lean Construction	61
Tabla 25 Circuito Fiel Acero Horizontal - Post Lean Construction.....	62
Tabla 26 Circuito Fiel Encofrado Vertical - Pre Lean Construction.....	62
Tabla 27 Circuito Fiel Encofrado Vertical - Post Lean Construction	63

Tabla 28 Circuito Fiel Lean Construction Encofrado Horizontal - Pre Lean Construction	63
Tabla 29 Circuito Fiel Encofrado Horizontal - Post Lean Construction.....	64
Tabla 30 Circuito Fiel Concreto Vertical - Pre Lean Construction	64
Tabla 31 Circuito Fiel Concreto Vertical - Post Lean Construction.....	65
Tabla 32 Circuito Fiel Concreto Horizontal - Pre Lean Construction	65
Tabla 33 Circuito Fiel Concreto Horizontal - Post Lean Construction.....	66
Tabla 34 Carta Balance Post Lean Construction Circuito Fiel - Acero Vertical	67
Tabla 35 Resumen de Productividad Post Lean Construction - Circuito Fiel	68
Tabla 36 Porcentaje de Plan Cumplido - Semana 01 Pre Lean Construction	69
Tabla 37 Porcentaje de Plan Cumplido - Semana 03 Pre Lean Construction.....	70
Tabla 38 Resumen de semanas de Porcentaje de Plan Cumplido	71
Tabla 39 Programación Semanal - Semana 01	72
Tabla 40 Programación Semanal - Semana 02	73
Tabla 41 Resumen Ratio de Productividad y CPI del Acero	74
Tabla 42 Resumen Ratio de Productividad y CPI "Encofrado y Desencofrado"	75
Tabla 43 Resumen Ratio de Productividad y CPI del "Concreto"	76
Tabla 44 Carta Balance Pre Lean Construction - Acero Horizontal.....	115
Tabla 45 Carta Balance Pre Lean Construction - Encofrado Vertical.....	116
Tabla 46 Resumen Carta Balance - Encofrado Vertical	118
Tabla 47 Carta Balance Pre Lean Construction - Encofrado Horizontal.....	118
Tabla 48 Resumen Pre Lean Construction - Encofrado Horizontal	119
Tabla 49 Carta Balance Pre Lean Construction - Concreto Vertical.....	120
Tabla 50 Resumen Carta Balance Pre Lean Construction - Concreto Vertical	121
Tabla 51 Carta Balance Pre Lean Construction - Concreto Horizontal	121
Tabla 52 Resumen Productividad Pre Lean Construction - Concreto Horizontal.....	123
Tabla 53 Carta Balance Post Lean Construction Sectorización - Acero Horizontal	123
Tabla 54 Resumen Productividad Post Lean Construction - Acero Horizontal	125
Tabla 55 Carta Balance Sectorización Post Lean Construction - Encofrado Vertical	125
Tabla 56 Resumen de Productividad de Carta Balance Encofrado Vertical	126
Tabla 57 Carta Balance Sectorización Post Lean Construction - Encofrado Horizontal	127
Tabla 58 Resumen de Productividad Encofrado Horizontal - Post Lean Construction	128
Tabla 59 Carta Balance Post Lean Construction - Concreto Vertical.....	128
Tabla 60 Resumen de Productividad Carta Balance Concreto Vertical	130
Tabla 61 Carta Balance Sectorización Post Lean Construction - Concreto Horizontal	130
Tabla 62 Resumen de Productividad Concreto Horizontal	131
Tabla 63 Carta Balance Tren de Actividades Post Lean Construction - Acero Horizontal	132
Tabla 64 Resumen Productividad Carta Balance Acero Horizontal	133
Tabla 65 Carta Balance Carta Balance Circuito Fiel - Encofrado Vertical.....	133
Tabla 66 Resumen de Productividad Post Lean Construction - Encofrado Vertical.....	135
Tabla 67 Carta Balance Tren de Actividades - Encofrado Horizontal.....	135

Tabla 68 Resumen de Productividad Encofrado Horizontal	136
Tabla 69 Cartas Balance Post Lean Construction - Concreto Vertical	137
Tabla 70 Resumen de Productividad Concreto Vertical	138
Tabla 71 Carta Balance Post Lean Construction - Concreto Horizontal.....	138
Tabla 72 Resumen de Productividad Post Lean Construction - Concreto Horizontal	140
Tabla 73 Cartas Balance Post Lean Construction - Acero Horizontal	140
Tabla 74 Resumen de Productividad - Acero Horizontal	142
Tabla 75 Cartas Balance Post Lean Construction - Encofrado Vertical	142
Tabla 76 Resumen de Productividad Post Lean Construction - Circuito Fiel	143
Tabla 77 Cartas Balance Circuito Fiel Post Lean Construction - Encofrado Horizontal.....	144
Tabla 78 Resumen de Productividad Post Lean Construction - Encofrado Horizontal	145
Tabla 79 Carta Balance Circuito Fiel Post Lean Construction - Concreto Vertical.....	145
Tabla 80 Resumen de Productividad Concreto Vertical	147
Tabla 81 Carta Balance Circuito Fiel Post Lean Construction - Concreto Horizontal.....	147
Tabla 82 Resumen de Productividad - Concreto Horizontal	148
Tabla 83 Porcentaje de Plan Cumplido - Semana 03.....	149
Tabla 84 Porcentaje de Plan Cumplido - Semana - 04.....	149
Tabla 85 Porcentaje de Plan Cumplido -Semana 05.....	150
Tabla 86 Porcentaje de Plan Cumplido - Semana 06.....	150
Tabla 87 Porcentaje de Plan Cumplido - Semana 07	151
Tabla 88 Porcentaje de Plan Cumplido - Semana 08.....	152
Tabla 89 Porcentaje de Plan Cumplido - Semana 09	152
Tabla 90 Porcentaje de Plan Cumplido Semana 10	153
Tabla 91 Porcentaje de Plan Cumplido - Semana 11	153
Tabla 92 Porcentaje de Plan Cumplido - Semana 12.....	154
Tabla 93 Programación Semana - Semana 03.....	155
Tabla 94 Programación Semanal - Semana 04	155
Tabla 95 Programación Semanal - Semana 06	156
Tabla 96 Programación Semanal - Semana 05	156
Tabla 97 Programación Semanal - Semana 07	157
Tabla 98 Programación Semanal - Semana 08	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 99 Programación Semanal - Semana 09	159
Tabla 100 Programación Semana - Semana 10.....	159
Tabla 102 Programación Semanal - Semana 11	160
Tabla 101 Programación Semanal - Semana 12.....	161

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo demostrar la influencia de la gestión en la construcción sobre la productividad de la mano de obra en partidas que generan mayores desperdicios en el sector construcción, por otro lado, esta investigación es no experimental – longitudinal es decir que se realizará a través de la observación.

Para la construcción de esta edificación se implementaron algunas herramientas que fueron más influyentes en la productividad de la mano de obra obteniendo resultados muy satisfactorios. En el capítulo 1 se describe la realidad problemática por el cual nos motivó a realizar dicha investigación y posteriormente se plantearon los problemas específicos, además se describen los objetivos que queremos alcanzar luego del estudio. En el capítulo 2 se detalla la metodología que empleamos, así como también los procedimientos realizados para la obtención de los resultados; posteriormente en el capítulo 3 se realiza un análisis de dichos resultados obtenidos y la comparación con estudios de investigación similares.

En el capítulo 4 se realiza la discusión y las recomendaciones que podemos aportar al sector construcción ya que es un rubro que va en un gran crecimiento pero que aún muestra enormes falencias en los procesos constructivos.

Palabras Claves: Gestión, Productividad, Lean Construction, Construcción y Mano de obra.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Como menciona Macroconsult (2017), durante los últimos años se ha notado que en la ciudad de Lima las construcciones han ido en aumento, y las que más resaltan son las del sector inmobiliario. Cabe resaltar que la industria de la construcción es una de las más influyentes en la economía de un país, por ende, se debería prestar mayor atención en cuanto a mejoras continuas.

Según menciona Díaz et. al (2014), en su artículo “Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual” en Colombia, que el principal error es pensar de manera tradicional centrándose en actividades de conversión y dejar de lado el flujo de los procesos que te conllevan a la generación del producto obtenido. Es por eso que Díaz presenta una estimación de los desperdicios en obras de edificación, como valor porcentual del costo total de la obra (pag.36). A continuación, se muestra dicha estimación:

Tabla 1: Estimación de desperdicios en obras de edificación.

Fuente: Díaz et. al. (2014).

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	(%)
Restos de material	Restos de mortero. Restos de ladrillo. Restos de madera. Limpieza. Retirada de material	5
Espesores adicionales de mortero	Tarrajeo de techos. Tarrajeo de paredes internas. Tarrajeo de paredes externas. Contrapisos	5
Dosificaciones no optimizadas	Concreto. Mortero de tarreo de techos. Mortero de tarreo de paredes. Mortero de tarreo de contrapisos. Mortero de revestimientos.	2
Reparaciones y retrabajos no computados en el resto de materiales	Repintado. Retoques. Corrección de otros servicios.	2
Proyectos no optimizados	Arquitectura. Estructuras. Instalaciones sanitarias. Instalaciones eléctricas.	6
Pérdida de productividad debidas a problemas de calidad	Parada y operaciones adicionales por falta de calidad de los materiales y servicios anteriores.	3.5
Costos debidos a atrasos	Pérdidas financieras por atrasos de las obras y costos adicionales de administración, equipos y multas.	1.5
Costos en obras entregadas	Reparo de patologías ocurridas después de la entrega de obra.	5
TOTAL		30

En la publicación de Díaz et. al (2014) muestra claramente que el 30% de un Proyecto de edificación son desperdicios, es por eso que debemos de enfocar toda la atención en disminuir dichos desperdicios y así generar mayor productividad.

Según acota la empresa Macroconsult (2017) en un reporte económico “Perspectivas del sector inmobiliario” en Perú, el sector construcción es uno de los más influyentes en la economía de nuestro país, debido a que crea más puestos de trabajos y tiene una vinculación directa con los demás sectores. Cabe resaltar que el mercado inmobiliario fue uno de los más dinámicos en la llamada “Década dorada de la economía peruana (2004-2013)” tal como se puede observar en el siguiente gráfico:

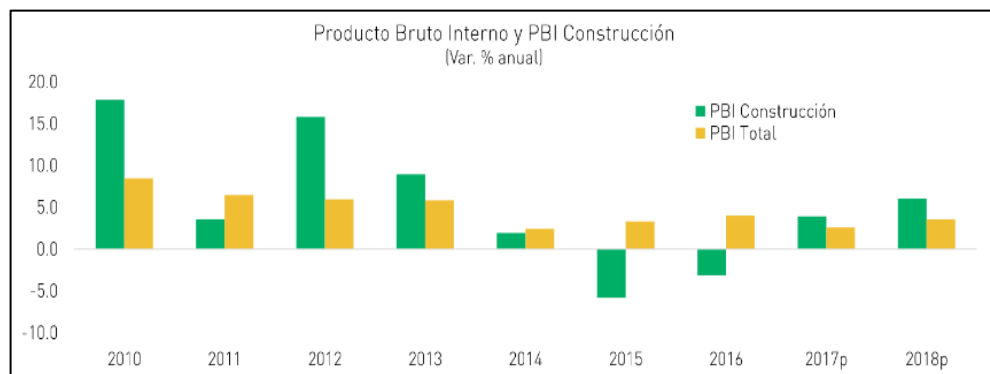


Figura 1: Variación Porcentual Anual del PBI Total y el PBI Construcción en los años (2010 – 2017).

Fuente: BCRP. Elaboración: Macroconsult.

Por otro lado, Macroconsult (2017) nos dice que del gráfico se puede apreciar por las barras de color verde que en el periodo de 2010 al 2013 el PBI del sector construcción mostró un gran crecimiento, pero ya en el 2014 empieza a descender y pasa a una etapa de recesión hasta el 2016. A partir del año 2017 empieza a crecer nuevamente y se estima que en el presente año el PBI del sector construcción seguirá creciendo a tal punto de sobrepasar el PBI total.

Guido Valdivia, director ejecutivo de la Cámara Peruana de la Construcción (2018), en el diario El Comercio, en la sección Economía, con el titular: “Capeco: Sector inmobiliario impulsará crecimiento de construcción” en Perú, resaltando que el

crecimiento del sector construcción este año sería sostenido por un fuerte impulso en el sector inmobiliario luego de aquella etapa de recesión que vivió nuestro país. Además, Guido Valdivia indicó que, entre enero y febrero de este año, el acumulado del PBI de Construcción sumó 7,88%, muy por encima del PBI global que fue de 2,83%.

Ahora bien, un estudio más reciente que fue realizado por la Cámara Peruana de la Construcción (2018) en su publicación “INFORME ECONÓMICO DE LA CONSTRUCCIÓN N° 20 – Setiembre 2018” en Perú, menciona que el segmento inmobiliario lidera el crecimiento en el sector Construcción y que el nivel de actividad en la construcción crece más de lo esperado en este tercer bimestre 2018.

En base a los resultados obtenidos por la Encuesta de Expectativas desarrollada por CAPECO (2018) en esta edición N°20, las empresas del sector construcción se incrementó en 4,73% durante el bimestre de mayo-junio del 2018, respecto al mismo periodo del año anterior, tal como podemos notar en el siguiente gráfico:

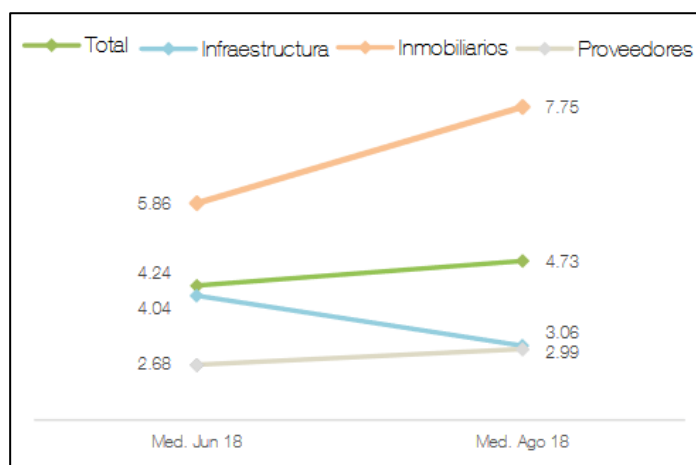


Figura 2: Comparativo entre situación esperada y real sobre la variación en el nivel de las operaciones en las empresas del sector construcción.

Fuente: Encuesta de Expectativas del IEC CAPECO

De la figura 2 según lo observado en el estudio de la Cámara peruana de la construcción (2018), podemos notar que en el sector inmobiliario hubo un incremento de 7.75% en sus operaciones, claramente ha sido más de lo proyectado, de acuerdo a

los revisado en las estadísticas de años anteriores y del presente, podemos ver la gran influencia que tiene el sector inmobiliario en el PBI Construcción, y este a su vez en la de nuestro país.

Para la Cámara peruana de la construcción (2018) “la industria de la construcción es uno de los sectores que presenta menor desarrollo, lo cual conlleva a caracterizarla por sus grandes deficiencias, falta de efectividad y poca competitividad; que hace que esté en desventaja frente a empresas constructoras internacionales”.

Entonces, como podemos apreciar en el estudio realizado por la Cámara peruana de la construcción (2018), es que estamos enfocando este proyecto de investigación en dicho sector, con la finalidad de que pueda alcanzar los mejores niveles de eficiencia y competitividad evaluando y mejorando los sistemas de planificación.

Por otro lado, Díaz et. al (2014), nos dice que debido al pensamiento muy estandarizado y resistente al cambio que tienen las empresas constructoras respecto a los procesos constructivos tradicionales, creyendo que estos son el único camino que puede conllevar a un proyecto con éxito. Otro punto es que se pierde dinero y tiempo en las planificaciones las cuales no se llegan a cumplir en el inicio de la obra lo que genera que se vuelva a planificar gran parte de la obra esto genera la reducción de las holguras que fueron consideradas en la planificación inicial y en consecuencia la presión por terminar lo más pronto aumenta y los errores en los procesos constructivos se vuelven más propensos, es por ello que si seguimos trabajando en este tipo de régimen seguiremos siendo considerado un país subdesarrollado en las construcción, además de no ser competitivos ante una empresa internacional.

1.1.1. Antecedentes

Internacionales

Alarcón y Pellicer (2009) en su artículo titulado “Un nuevo enfoque en la Gestión: la construcción sin pérdidas”, nos muestra “una visión alternativa de la gestión en el

sector de la construcción, introduciendo un enfoque novedoso de la administración que está tomando cada día más fuerza a nivel mundial “Lean Construction” o construcción sin pérdidas”. Los cuales describen:

- Aspectos básicos de una de las herramientas más difundidas en la construcción sin pérdidas: el último planificador. Se presentan los impactos alcanzados en la implementación de este sistema de gestión obtenidos de decenas de proyectos que han sido estudiados en aplicaciones recientes.

Luengas, (2011) En la tesis: implementación y seguimiento de la metodología lean construction a las actividades constructivas de la obra metropolitana Business park en la empresa Marval S.A. consideró como objetivo principal realizar mejoras a las herramientas del lean construction con la finalidad de identificar los desperdicios y calcular los rendimientos de cada proceso constructivo con el fin de llevar constantemente un control. La metodología utilizada en su investigación es aplicada, ya que, se desarrollarán definiciones y herramientas, para Luengas la filosofía lean se enfoca en modificar los conceptos básicos de las construcciones promoviendo nuevas técnicas y la manera correcta de elaborar trabajos, planificando las tareas que se realizarán diariamente. Finalmente concluye que el lean Construction es beneficioso ya que ayuda a mejorar la productividad como detallan los resultados obtenidos, pero para ello se requieren algunas condiciones, tales como: compromiso del personal obrero, compromiso de la dirección (entrega de materiales, correcciones de planos antes de llegar a obra, facilidades labores, incentivos, etc.).

Crespo, (2015) En la tesis: Mejora de la productividad en la construcción de edificaciones en la ciudad de Quito, aplicando Lean Construction. El autor tiene como su principal objetivo aplicar esta filosofía; así de esta manera conseguir mayor productividad, rentabilidad y competitividad en todos sus proyectos, gestión de todo

el personal de trabajo, del mismo modo aumentar un valor al producto (obra de construcción) que está terminado. Para ello utiliza una metodología de estudio aplicada, porque todas las actividades que serán elegidas se aplicarán en todos los proyectos de construcciones civil similar al de su investigación. Concluyendo que, al evaluar todos sus proyectos, bajo el diagrama de Ishikawa con la finalidad de que pueda analizar cuáles son las causas y efectos de los problemas que tienen todos los recursos que son utilizados (equipos, mano de obras, materiales, entre otras). Obteniendo como resultado final que la falta de monitoreo en el proceso de las actividades, generan como consecuencia demasiados desperdicios.

(Watkins & Sunjka, 2020), en su artículo científico COMBINING GREEN BUILDING AND LEAN CONSTRUCTION TO ACHIEVE MORE SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN SOUTH AFRICA, nos explican la relación que existe entre el lean construction y la construcción ecológica en todas las fases de desarrollo de un proyecto de construcción para mejorar las prácticas de desarrollo sostenible en Sudáfrica. Mediante una revisión sistemática, se seleccionaron 68 artículos con similitud. Obteniendo los siguientes resultados: las prácticas, los principios, las técnicas, las herramientas y las tecnologías de la construcción ecológica y lean construction pueden implementarse simultáneamente en todas las fases del desarrollo y ofrecer beneficios multidimensionales en cada una; el modelado de información de construcción juega un papel crucial en ayudar y facilitar la construcción esbelta y la edificación sustentable, reforzándose mutuamente durante todo el desarrollo; la construcción prefabricada se está convirtiendo en una forma popular en la que la construcción esbelta y la construcción ecológica interactúan y se apoyan mutuamente;

Nacionales

Buleje (2012) en su artículo “Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean Construction”. Tesis para optar el título de

Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú. Nos muestra un “estudio realizado por el autor tiene como objetivo mostrar cómo es que se maneja la producción en la construcción del Condominio Villa Santa Clara aplicando la herramienta Last Planner System”. También, analizó primero la partida de aceros en muros donde dio como resultados un 53% de trabajo productivo con un 18% de trabajo no contributivo, otra partida que se analizó fue el encofrado de muro en el cual el trabajo productivo sólo alcanzo el 31%, es decir se requiere una mejora potencial a esta labor. El autor observo que la que toma mayor tiempo es el traslado de materiales es por ello que se debe hacer uso de una grúa. En conclusión, nos dice que “el uso de las herramientas del Lean Construction conlleva a la mejora continua y para esto se necesita la especialización del personal obrero, así como reuniones constantes, con esto se tendrá buenos resultados siempre y cuando se cumplan”.

Guzmán (2014) en su tesis de titulación “Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos”, afirma que a lo largo del presente trabajo se describen los principales conceptos y herramientas de la filosofía lean para poder generar una base teórica sólida que respalde la aplicación de herramientas y el análisis de resultados en los proyectos. El cual obtuvo los siguientes resultados de productividad obtenidos a lo largo del proyecto y se comparan con estándares de obras de construcción en el país con la finalidad de demostrar los buenos resultados que brinda esta filosofía y de esta forma alentar a que se expanda a una cantidad mayor de empresas del rubro construcción.

Quispe (2017), en su tesis Aplicación de “lean construction” para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, en Huancavelica, nos dice que a través de la aplicación de gestión de calidad bajo un enfoque lean construction nos permite generar mejoras en los tiempos de los ciclos de trabajo ya que se aplica en

partidas que generan mayores tiempos de trabajos tales como colocación del acero, encofrado y desencofrado y vaciado de concreto, por otro lado nos dice que al aplicar la gestión de calidad bajo un enfoque lean construction a través de herramientas como cartas balance o pruebas de cinco minutos permiten lograr mejoras positivas en los trabajos de porcentaje de trabajos productivos, trabajos contributivos y no contributivos. Por último, la aplicación de protocolos que forman parte de la gestión de calidad con la finalidad de esta manera reducir aquellas actividades que no agregan valor durante los procesos constructivos.

1.1.2. Bases Teóricas

Productividad

Ito (2014) nos dice que “Es la eficiencia en el uso de los recursos, es decir, la relación entre los recursos empleados y lo producido, este se representa como una relación entre la cantidad producida y los recursos utilizados.

Lean Construction

Abarca la aplicación de los principios y herramientas Lean al proceso completo de un proyecto desde su concepción hasta su ejecución y puesta en servicio. Entendemos Lean como una filosofía de trabajo que busca la excelencia de la empresa, por lo tanto, sus principios pueden aplicarse en todas las fases de un proyecto: diseño, ingeniería, pre-comercialización, marketing y ventas, ejecución, servicio de postventa, atención al cliente, puesta en marcha y mantenimiento del edificio, administración de la empresa, logística y relación con la cadena de suministro. (Pons, 2014, p. 26).

Constructabilidad

Guzmán (2017), nos dice que es:

- Uso óptimo del conocimiento y experiencia de construcción en la planificación conceptual, diseño, abastecimiento y manejo de operaciones de construcción.

Porcentaje del plan cumplido (PPC)

Para Ghio (2011) es el “Porcentaje que representa la cantidad de actividades que cumplieron con todo lo programado en la semana respecto del total de actividades programadas en esa semana”.

Rendimiento

Guzmán (2017), lo define como “cantidad de recursos utilizados (hh, hm) para realizar una unidad de producción (ml, m^2 , m^3)”.

Tren de Actividades

Para Gonzales (2016) se trata de:

- Sistema balanceado de producción constante aplicados a proyectos donde la variabilidad es reducida y físicamente el trabajo se divide en partes similares, ayuda a optimizar actividades repetitivas y secuenciales. También es conocida como programación rítmica o lineal.

Carta Balance

Para Guzmán (2017) se trata de:

- Determinar cómo se divide el tiempo que se le dedica a cada una de las tareas dentro de una operación, entender la secuencia constructiva real que se está utilizando, optimizar el proceso, posibilidad de introducir un cambio tecnológico, determinar los porcentajes de ocupación del tiempo y con ello hallar el número óptimo de obreros en cada cuadrilla, aquí se definen 3 tipos de trabajos

Trabajo Productivo (TP)

Es el trabajo que aporta en forma directa a la producción, Ejemplo, colocación de acero vertical, horizontal, vaciado de concreto, colocación de paneles.

Trabajo Contributorio (TC)

Es el trabajo de apoyo que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo

productivo. Es una actividad aparentemente necesaria, pero que no aporta valor,

Ejemplo, recibir y/o dar instrucciones, lectura de planos, transporte de materiales, limpieza, etc.

Trabajo No Contributorio (TNC)

Es cualquier actividad que no genera valor, y que caiga directamente en la categoría de pérdida. Son actividades que no son necesarias, tienen un costo y no generan valor, Ejemplo: Esperas, descansos, trabajos rehechos, viajes, etc.

Índice de Desempeño del Costo (CPI: Cost Performance Index)

Para Gonzales (2016) El CPI es igual a la razón entre el Valor Ganado o Previsto (EV) y el Costo Real (AC). El CPI es el indicador de la eficiencia de los costos. Se tiene que el $CPI = EV / AC$.

Donde:

$CPI > 1$: Menor costo que el Presupuestado (Buen desempeño)

$CPI = 1$: Igual costo que el Presupuestado

$CPI < 1$: Mayor costo que el Presupuestado (Buen desempeño)

Circuito fiel

Para Guzmán (2017) “Es un proceso de validación de la secuencia propuesta en el tren de actividades, mediante un análisis del recurso humano necesario para la culminación de los trabajos en el plazo establecido.

Parámetro espacio (sectorización)

Para Ito (2014):

- Es una división de la zona de trabajo en partes iguales. Aplicando el concepto de “divide y vencerás”, se divide el plano en partes iguales donde cada una de las partes se le denomina sector o frente y será el avance diario para cada una de las actividades.

1.1.3. Problema

A nivel local la construcción se está convirtiendo en unas de las actividades más importantes, aún sin embargo siguen existiendo empresas que siguen utilizando procedimientos convencionales. Diversos estudios que se han desarrollado indican que aquellas construcciones que se ejecutan tienen un alto nivel de costo y esto se debe al desperdicio de material que genera el mismo personal de trabajo. La alternativa de solución que plantea la presente investigación, es el estudio de ciertos parámetros que influyen en la productividad de la mano de obra de una edificación y la aplicación de algunas herramientas de la filosofía Lean construction, lo que generará mejoras respecto a la eliminación de desperdicios en la construcción, y por ende los plazos de ejecución y los costos.

Finalmente, en base a todo lo precisado, la presente investigación tiene como objetivo principal, determinar la influencia de la gestión de la construcción en la productividad de la mano de obra del edificio Malecón Castilla 241, Magdalena del Mar, 2018 - 2019.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿En qué medida la gestión de la construcción influye en la productividad de la mano de obra bajo el enfoque de la Filosofía Lean Construction en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, ¿2018 - 2019?

1.2.2. Problemas específicos.

- ¿Cuál será la variación de productividad de la mano de obra incluyendo el parámetro espacio en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, ¿2018-2019?
- ¿Cuál será la variación de productividad de la mano de obra incluyendo el parámetro tiempo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, ¿2018-2019?

- ¿Cuál será la variación de productividad de la mano de obra incluyendo el parámetro costo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, ¿2018-2019?

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo general.

- Determinar la influencia de la gestión de la construcción en la productividad de la mano de obra bajo el enfoque de la Filosofía Lean Construction en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Determinar la variación de productividad de la mano de obra incluyendo el parámetro espacio en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.
- Determinar la variación de productividad de la mano de obra incluyendo el parámetro tiempo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.
- Determinar la variación de productividad de la mano de obra incluyendo el parámetro costo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.
-

1.4.Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

- La gestión de la construcción bajo el enfoque de la filosofía Lean Construction influye positiva y significativamente en la productividad de la mano de obra en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

1.4.2. Hipótesis específicas

- La productividad de la mano de obra mejora positiva y significativamente al incluir el parámetro espacio en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.
- La productividad de la mano de obra mejora positiva y significativamente al incluir el parámetro tiempo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.
- La productividad de la mano de obra mejora positiva y significativamente al incluir el parámetro costo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

1.5. Importancia y justificación del estudio

Según Guzmán (2017), el rubro de la construcción desde años anteriores denota una muy baja confiabilidad en la etapa de planificación, ya que existen diversas restricciones en los procesos constructivos que generan demoras en los plazos de ejecución y no se culmina en la fecha programada, generando pérdidas económicas. Estas restricciones se dan en su gran mayoría porque se basan en construir de manera tradicional y se resisten al cambio, puesto que tienen el temor a que no les resulte y no terminen dentro del plazo de ejecución.

Es por eso que se justifica la presente investigación, con el propósito de contribuir a las empresas constructoras que tienen como meta principal mejorar la productividad de sus proyectos, aplicando ciertos procesos evitando las pérdidas de tiempo y costo.

La investigación en desarrollo se enfoca en las actividades que generan los conocidos cuellos de botella; ya que si no controlamos dichas incidencias tendremos problemas en el plazo de ejecución y por ende en el costo.

1.6. Limitación del Estudio

La presente investigación se desarrollará en una obra ubicada en el Jirón Castilla 241, distrito de Magdalena del Mar, Lima, Perú.

Todo el estudio a realizarse será en la etapa de casco (colocación de acero, encofrado y vaciado de concreto de los elementos estructurales que soportaran la construcción), del piso 1 al piso 12.

Las limitaciones principales son:

- Acceso a información de los costos de distintas partidas del proyecto.
- La escasez de información local y nacional sobre la aplicación de la filosofía Lean Construction.
- Tiempo para estudiar los 16 pisos del proyecto en ejecución.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Según su propósito nuestra investigación es aplicada, ya que Cruz (2018) nos dice que:

- Está centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto. Por consiguiente, el tipo de ámbito al que se aplica es muy específico y bien delimitado.”

Según su profundidad nuestra investigación es correlacional, Cruz (2018), comenta que “En esta modalidad investigativa se tiene como propósito evaluar la relación que exista entre dos o más variables o conceptos” (p.31).

Por la naturaleza de los datos nuestra investigación es cuantitativa ya que “se centra en el estudio y análisis de la realidad a través de diversos procedimientos basados en la medición, siendo posible realizar experimentos y obtener explicaciones a partir de hipótesis”, Cruz (2018, p.32).

Nuestra investigación es no experimental, Sullivan (2009) nos dice que se podría definirse como la investigación que se realiza sin la manipulación de las variables independientes, para ver su efecto en función a otras variables lo que se hace en este tipo de investigación es observar y ver como ocurren los sucesos de forma natural, para poder analizarlos.

Dentro de los tipos de investigación no experimental existen dos clases transversales y longitudinales. Nuestro caso es longitudinal, Hernández (2014) nos dice que son “Estudios que recaban datos en diferentes puntos del tiempo, para realizar inferencias acerca de la evolución del problema de investigación o fenómeno, sus causas y sus efectos”.

Los diseños longitudinales se dividen en tres tipos: diseños de tendencia, diseños de análisis evolutivo de grupos (cohorte) y diseño panel, en nuestro caso hemos optado por el diseño panel, Hernández (2014) nos dice que:

-En los diseños panel se tiene la ventaja de que, además de conocer los cambios grupales, se conocen los cambios individuales. Se sabe qué casos específicos introducen el cambio. La desventaja es que a veces resulta muy difícil obtener con exactitud a los mismos participantes para una segunda medición u observaciones subsecuentes. Este tipo de diseños sirve para estudiar poblaciones o grupos más específicos y es conveniente cuando se tienen poblaciones relativamente estáticas. “población o grupo que es seguido a través del tiempo”.

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

Según Hernández (2014), definió que: “La población o universo es el conjunto de los casos que concuerdan con determinadas especificaciones”.

Para la presente investigación la población, está conformado por 85 trabajadores de la parte civil (maestro de obra, operarios encofradores, fierros, oficiales y ayudantes) de una empresa constructora de edificación en el Departamento de Lima 2018-2019.

2.2.2. Muestra

Según Hernández (2014), definen que:

-La muestra es en esencia, un sub grupo de la población en el que todos los elementos de ésta, tienen la misma posibilidad de ser elegidos. En las muestras no probabilístico, el procedimiento no es mecánico, ni con base en formas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones

de una persona o de un grupo de personas y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación. En la muestra no probabilístico, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra.

En la presente investigación se ha considerado el muestreo de tipo no probabilístico, intencional o dirigido, por lo tanto, la muestra es la misma población definida por las cuadrillas que generan mayores desperdicios y mayores retrasos dentro el proceso constructivo de la obra, las cuadrillas seleccionadas para nuestra investigación son 03 Cuadrilla de encofrado en general (06 operarios y 04 ayudantes), 03 cuadrillas de Acero en general (06 operario, 02 oficiales y 05 ayudantes) y 01 cuadrilla de vaciado de concreto en general(06 operario y 10 ayudantes).

Los cuales estarán distribuidos en los diferentes frentes de trabajo, según las condiciones iniciales de obra. Por otro lado, durante la toma de datos para la presente investigación se realizará la redistribución del personal y su nueva ubicación.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnicas

En la presente investigación se basará en el enfoque cuantitativo y se utilizará la técnica de recolección de datos como la encuesta, mediante un conjunto de preguntas dirigidas a la muestra representativa de la población, la técnica de la observación de las actividades de campo y el análisis de documentación de la obra en estudio, Quispe (2018) nos dice que:

Encuesta: Permite recoger la información, directamente de la variable de estudio. La encuesta tiene cierto margen de error debido a que se está influenciado por la subjetividad del encuestado.

Análisis de documentos: Fuentes de conocimientos: libros, tesis, revistas, cursos taller, etc., relacionados al tema que se investiga.

2.3.2. **Instrumento.**

Valderrama (2015) sostiene que: “Los instrumentos son los medios materiales que emplea el investigador para recoger la información”. En el estudio de investigación se utilizó como instrumento el cuestionario conformado por 20 ítem distribuidos en función a las variables y dimensiones que hemos considerado para esta investigación, que se aplicará a la muestra indicada; instrumentos de recolección para la información de campo se utilizó las fichas de campo o formatos de control, cámara fotográfica, cronometro y análisis de documentos.

2.3.3. **Recolección de datos**

En el estudio de investigación para la recolección de datos se aplicará el instrumento de medición mano de obra (maestro, operario, oficiales y ayudantes), muestra representativa a encuestar. Asimismo, se efectuó de acuerdo a las etapas y consideraciones establecidas en el proyecto; teniéndose en cuenta todas las normas vigentes para este estudio, desde la exploración a la zona, recopilación, análisis y comparación de estudios de investigación realizados. Se desarrollaron actividades y procedimientos para que en forma cuantitativa proceder al análisis y poder aplicar los conceptos de la filosofía lean construcción, a continuación, mostraremos los pasos que hemos considerado para la realización de la actividad:

- Se realizó visitas a la zona de estudio.
- Recopilación de antecedentes de la situación actual.
- Se tomó mediciones de muestreo de los tipos de trabajo en formatos de campo, para el análisis del nivel general de actividad de obra y el nivel de carta de balance.

- Se realizó el análisis de los rendimientos reales de las actividades de la obra.
- Mediante las cartas balance de cuadrilla, se realizó el análisis y se planteó soluciones claras y directas para mejorar los procesos y la productividad del caso de estudio.

2.3.4. Variables y Operacionalización

2.3.4.1. Variable Independiente

Variable 1: La gestión de la producción bajo el enfoque de la filosofía Lean Construction.

2.3.4.2. Variable Dependientes

Variable 1: Productividad de la mano de obra.

2.3.4.3. Operacionalización de Variables

Se adjunta esquema propuesto.

Tabla 2 Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente	La gestión de la construcción bajo el enfoque de la filosofía Lean Construction es un proceso en donde se tiene como objetivo fundamental identificar y minimizar actividades que afecten en la productividad de la mano de obra durante su ejecución. Lean Construction se define como una filosofía enfocada hacia la productividad de una construcción; utilizando herramientas específicas con la finalidad de eliminar	Consiste en aplicar las herramientas de la filosofía Lean Construction durante la ejecución de las partidas de acero, concreto y encofrado del proyecto del edificio Malecón Castilla 241.	Gestión del espacio	Sectorización	CUANTITATIVA - RAZÓN
Gestión de la construcción bajo el enfoque de la filosofía Lean Construction				Análisis de restricciones	CUALITATIVA - NOMINAL
			Gestión del tiempo	Porcentaje de plan cumplido	CUANTITATIVA - RAZÓN
				Programación diaria	CUALITATIVA - NOMINAL
				Trenes de trabajo	CUALITATIVA - NOMINAL
				Programación semanal	CUALITATIVA - NOMINAL
			Gestión de costos	Presupuesto de obra	CUANTITATIVA - RAZÓN
				Circuito fiel	CUANTITATIVA - RAZÓN

	actividades que no generan ningún valor. (ILC, 2013)				
Variable Dependiente	La productividad de la mano de obra es la relación entre la cantidad de obra ejecutada ya sea por un hombre o una cuadrilla y el tiempo que se necesita para su ejecución completa. Además, se considera como un indicador de cuán efectivo resulta ser un proceso. (Mejía y Hernández, 2007)	La productividad de la mano de obra es cuantificar el rendimiento de las cuadrillas de trabajo. En tal sentido, para determinar la productividad de la mano de obra de una partida se deberá dividir la cantidad de trabajo o metrado entre la cantidad de tiempo que le tomó realizarlo.	Tiempo Productivo	Cartas Balance	CUANTITATIVA - RAZÓN
Productividad de la mano de obra			Tiempo Contributorio		
			Tiempo no Contributorio		
			Rendimiento	$R = \frac{(A)}{(MO) * (T)}$	CUANTITATIVA - RAZÓN
				R= Rendimiento	
				A= Avance diario	
				T= Horas (H)	
				MO= mano de obra (hombres)	
			Ratio de Productividad	$I.P = \frac{(MO) * (T)}{(A)}$	CUANTITATIVA - RAZÓN
				I.P= Índice de Productividad	
				A= Avance diario	
				T= Horas (H)	
				MO= mano de obra (hombres)	

2.4. Procedimientos

Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron herramientas de la filosofía Lean Construction que más influyen en la productividad de la mano de obra de distintas partidas de manera secuencial:

1. Sectorización: Edifica (2006). Se le llama al proceso de división de una actividad o tarea de la obra en porciones más pequeñas llamadas sectores, cada sector deberá comprender un metrado aproximadamente igual a los demás para así mantener un flujo continuo entre sectores. El metrado asignado a los sectores deberá ser factible de realizarse en un día.

2. Cartas Balance: Edifica (2006). Las Cartas de Balance son una herramienta potentísima del Lean Construction, esto debido a que es una de las bases junto con el Last Planner y la Teoría de las restricciones para que la gestión de las obras sea efectiva. Como se mencionó anteriormente la filosofía Lean buscaba principalmente lograr un sistema de producción efectivo y para esto se tenía que mantener el flujo constante, optimizar los flujos y finalmente optimizar los procesos.
3. Circuito fiel: Edifica (2006). tiene como finalidad calcular el número exacto de personas que son necesarias para realizar una actividad (partida) y cumplir con los rendimientos establecidos al iniciar el proyecto.
4. Discusión de los datos obtenidos.

Se adjunta diagrama de flujo de cómo se realizarán los procesos de la parte teórica de lean Construction y de la toma de datos que hemos realizado durante la realización de este trabajo de investigación con apoyo de herramientas estadísticas que nos permiten medir la influencia en la productividad de la mano de obra bajo el enfoque de la filosofía lean Construction.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

2.5.1. Análisis descriptivo

Para el tratamiento de la base de datos se utilizó el programa estadístico SPSS versión 25. Así como también alguno de los programas del Microsoft, tales como el Word, Excel y Power Point; con la finalidad de presentar cuadros, tablas y gráficos más elaborados en nuestra investigación.

2.5.2. Análisis estadístico

Este tipo de análisis es utilizado para probar de manera estadística todas las hipótesis planteadas en la investigación. Es por eso que se debe tener en claro conceptos que se utilizarán más adelante:

Prueba Estadística

Según Hernández, et al., (2014), menciona que la prueba estadística valida la hipótesis planteada por el investigador. En otras palabras, valida los datos que se han obtenido a través de encuestas, cuestionarios, etc.

Nivel de significancia

Es la probabilidad de error que estima el investigador, según su conocimiento y experiencia.

Hipótesis Nula (H_0)

Esta hipótesis es conocida como no efecto, en la que se cree que no existen ningún tipo de diferencias entre las variables a analizar.

Hipótesis Alterna (H_a)

Esta hipótesis es la que plantea el investigador, en otras palabras, es lo opuesto a la hipótesis Nula.

Cabe resaltar que tanto la hipótesis nula como la alterna se basan en la misma población.

Para probar las hipótesis planteadas en la investigación se debe hacer un análisis estadístico, este puede ser paramétrico o no paramétrico.

Según Hernández, et al. (2014) afirma que, cada uno de estos análisis tiene sus propias características, y su elección depende de los supuestos.

Para la presente investigación tenemos dos muestras seleccionadas, por lo tanto, podríamos validarlo con las pruebas T-Student o la de Wilcoxon, pero esto depende de los datos obtenidos con los que se piensa trabajar. Pueden ser paramétricas o no paramétricas. Si la prueba es paramétrica se deberá realizar la validación con la prueba del T-Student, pero si la prueba es no paramétrica deberá trabajarse con la prueba de Wilcoxon. Ahora bien, para determinar si la base de datos es una muestra paramétrica o no, deberá realizarse primero una prueba de normalidad.

Prueba de normalidad

Según Hernández, et al. (2014), menciona que es una prueba estadística utilizada para determinar si la distribución de los datos es normal o no. Para esto existen dos tipos de prueba que son, Kolmogorok – Smirnov para muestras grandes mayores a 30; y Shapiro Wilk para muestras pequeñas menores a 30.

Para determinar la normalidad se siguen los siguientes criterios:

Si, P-valor es mayor o igual que el nivel de significancia se concluye que, los datos con los que se está realizando la investigación proviene de una distribución normal.

Si, P-valor es menor que el nivel de significancia se concluye que, los datos con los que se está realizando la investigación no proviene de una distribución normal.

2.6. Diagrama de Flujo

2.6.1. Filosofía Lean Construction

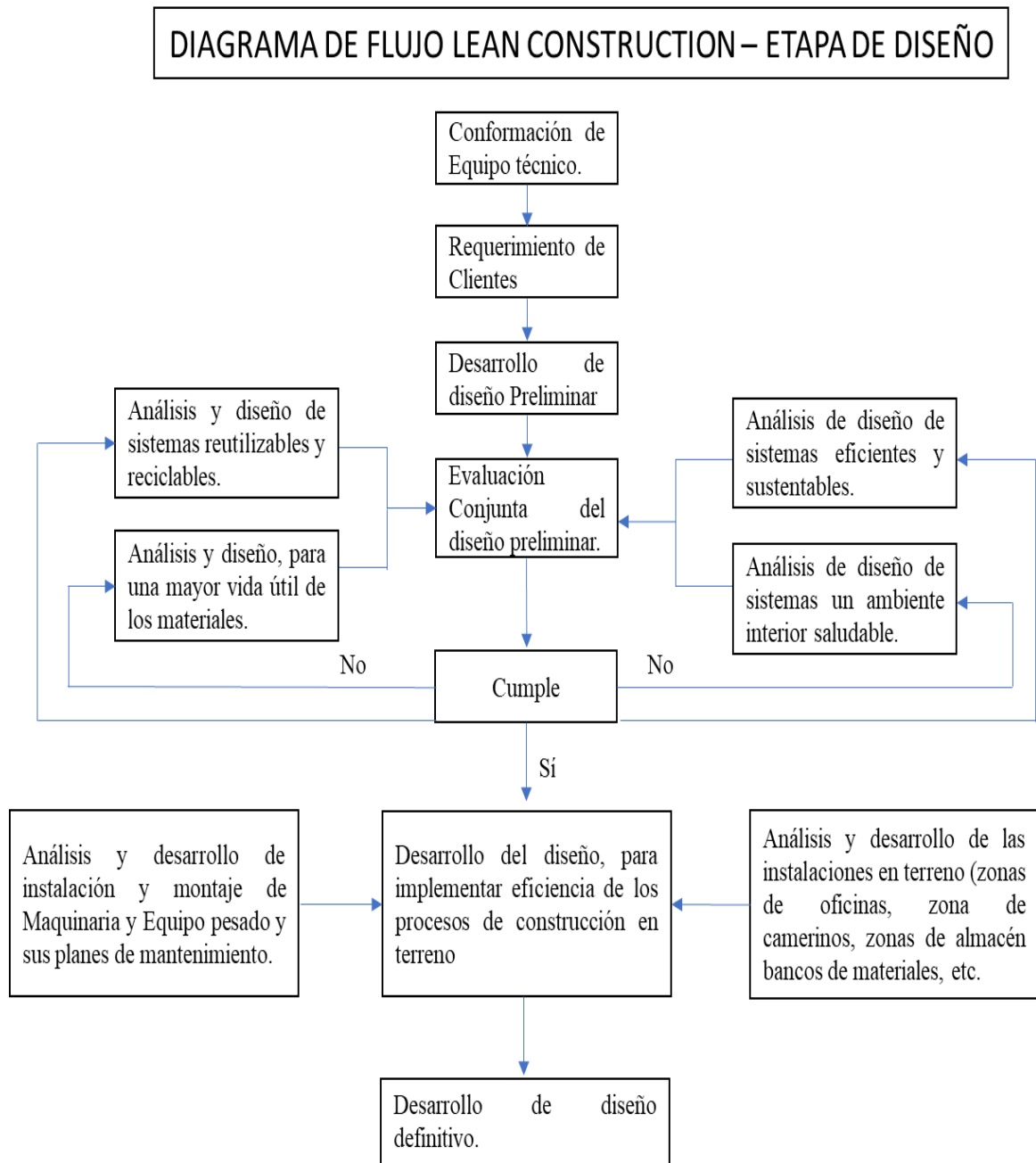


Figura 3 Diagrama de Flujo Lean Construction - Etapa de Diseño

Como podemos apreciar la filosofía se puede emplear en dos tiempos durante la ejecución de un proyecto un primer tiempo sería en la etapa de diseño en la que se dan los parámetros iniciales como conformación del equipo técnico, los requerimientos del cliente, el diseño según los requerimientos del cliente y por último el desarrollo del diseño definitivo del

proyecto. El segundo tiempo corresponde a las acciones tomadas cuando se desarrolla el proyecto.

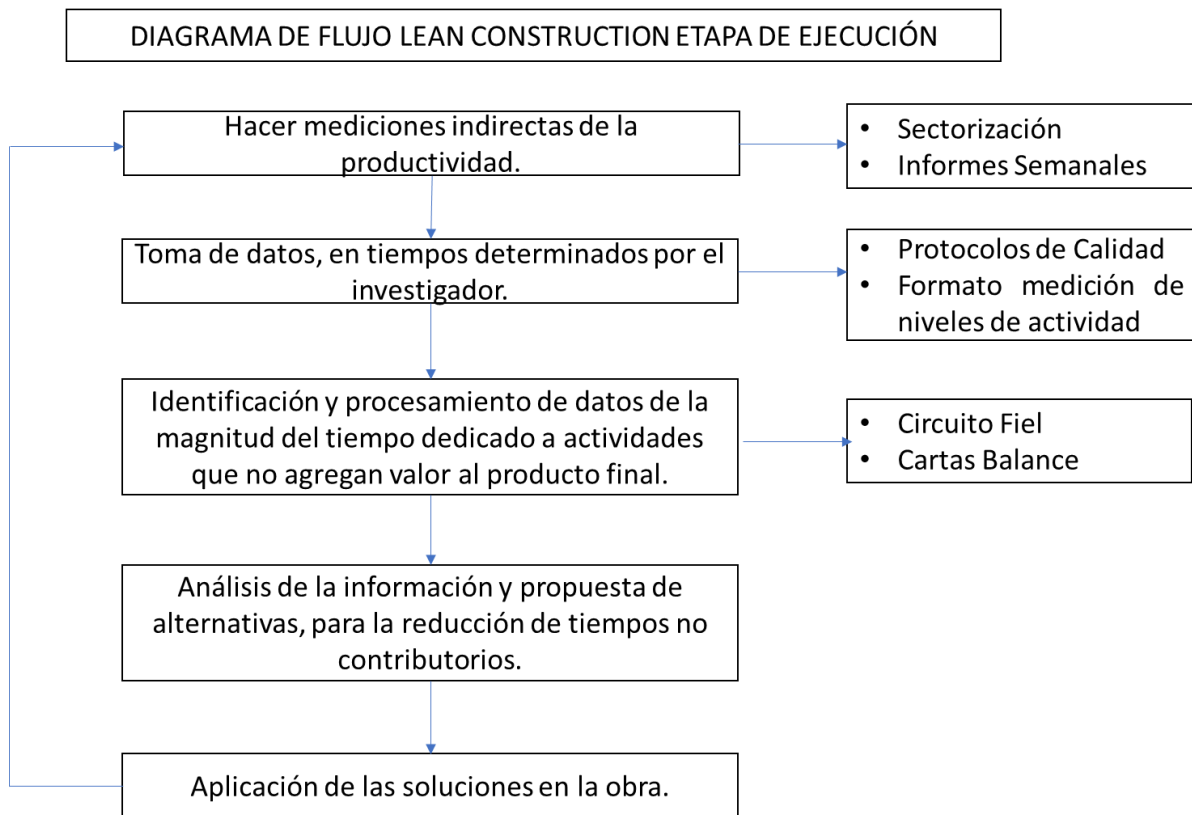


Figura 4 Diagrama de Flujo Lean Construction - Etapa de Ejecución

2.6.2. Influencia de la Filosofía Lean Construction

Durante la realización de esta investigación denominada “Gestión de la construcción y su influencia en la productividad de la mano de obra bajo el enfoque de la filosofía lean construction en el edificio malecón castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018-2019”. Para evaluar la gestión y la influencia en la productividad de la mano de obra utilizando herramientas Lean Construction hemos decidido utilizar la siguiente metodología que consiste en un primer paso realizar la toma de datos de las condiciones existente dentro de la obra que íbamos a evaluar aplicando las cartas balance que nos permitirán saber los tiempos productivos, contributivos y no contributivos del personal que trabaja dentro de las actividades de colocación de acero, encofrado y desencofrado y por ultimo vaciado de concreto, luego comprobaremos nuestra primera hipótesis que consiste en la sectorización

una vez realizado estos cambios a la sectorización existente procederemos a realizar una segunda toma de datos con apoyo de las cartas balance, arrojándonos datos que nos permita comparar la influencia de esta hipótesis, luego se procederá a comprobar nuestra segunda hipótesis que consiste en el tren de actividades a realizar durante las jornadas laborales una vez realizado esto se realizará una tercera toma de datos que nos permita comparar los valores existentes con los resultado obtenidos, por ultimo realizaremos la comprobación de nuestra última hipótesis que consiste en la realización del circuito fiel está herramientas nos permitirá comprobar si las cuadrilla que tenemos dentro de obra son las idóneas para el desarrollo de la diferente actividades, una vez desarrollado está herramienta se hará una cuarta toma de datos que nos permita comparar los resultados existentes con los obtenidos, por último se medirá la influencia en la productividad de la mano de obra bajo el enfoque de la filosofía lean construction con el meto estadístico de Wilconxon que nos permitirá validar las hipótesis estadísticas planteadas en la investigación:

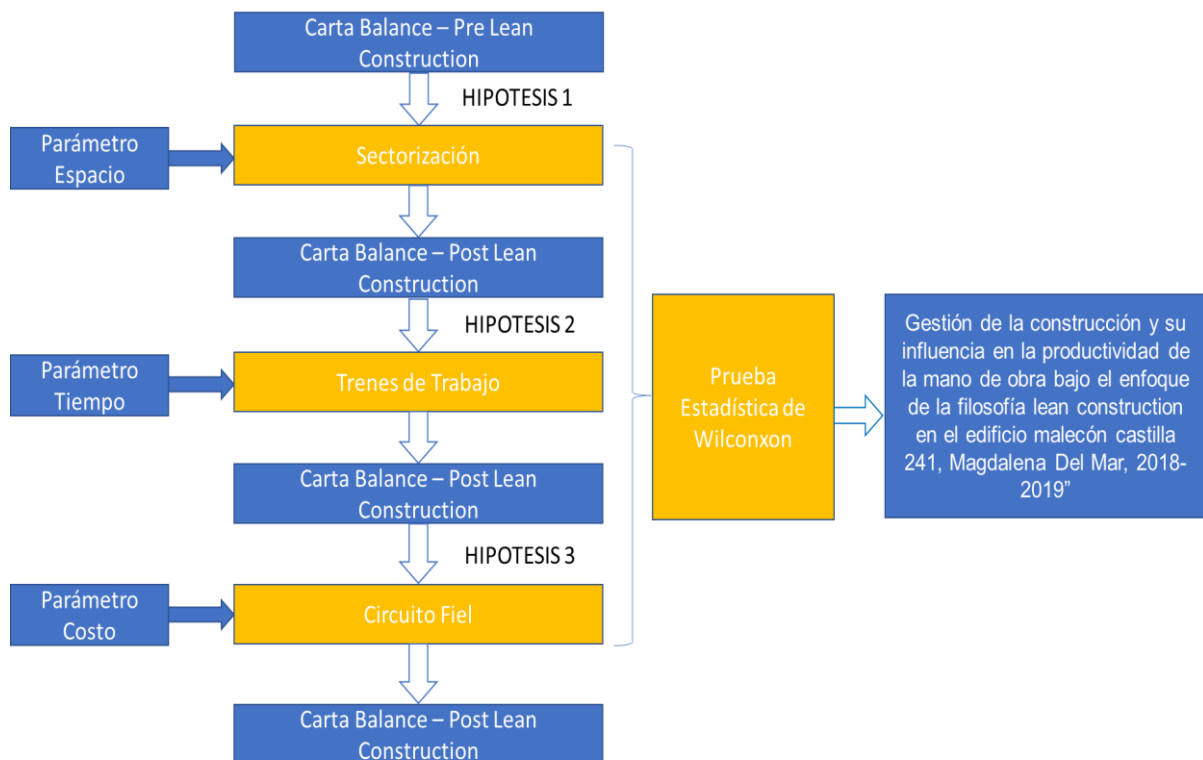


Figura 5 Diagrama de Flujo Lean Construction - Realización del Proyecto

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Cartas balance Pre Lean Construction

Como se explica en la metodología planteada en esta tesis se iniciará realizando unas cartas balance, con la finalidad de visualizar los tiempos productivos, contributivos y no contributivos de la obra a analizar. Se realizó la carta balance para las partidas de colocación de acero, encofrado y vaciado de concreto. Se detalla el cuadro correspondiente a la carta balance del Acero Vertical

Tabla 3 Carta Balance Pre Lean Construction - Acero Vertical

	ACERO VERTICAL						LEYENDA	
Tiempo (minuto)	OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD. 1	AYUD. 2	AYUD. 3		
1	7	2	7	15	15	15	TP	
2	7	2	7	15	3	15	1	colocar acero vertical
3	7	2	5	15	3	15	2	cortar alambres para amarrar
4	15	2	5	6	3	7	3	amarrar el acero con alambre
5	15	2	4	6	15	7	4	apuntalar la armadura
6	20	8	4	6	15	7		
7	20	8	4	15	8	8	TC	
8	20	8	4	15	8	8	5	Leer los planos
9	1	8	4	3	8	8	6	Limpiar la zona de trabajo
10	1	9	4	3	8	15	7	Charla de actividades a realizar
11	1	9	13	3	11	15	8	Transporte
12	1	9	13	3	11	15	9	aplomado de la armadura
17	1	4	13	16	11	3	10	colocar dados de concreto
18	15	4	13	16	11	3	11	Buscar herramientas
19	15	4	13	16	11	3	12	medir el acero
20	15	4	18	16	6	3	13	cortar el acero
21	3	4	18	16	6	18	14	doblar el acero
22	3	4	18	15	6	18		
23	5	4	18	3	6	18	TNC	
13	5	8	18	3	15	18	15	Esperas
14	1	8	18	15	15	18	16	Tomar bebida
15	1	8	15	15	15	18	17	Servicios higiénicos
16	1	8	15	8	15	8	18	trabajos rehechos
24	1	15	15	8	3	8	19	Refrigerio
25	1	15	15	8	3	8	20	Viajes innecesarios

Tiempo (minuto)	OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD. 1	AYUD. 2	AYUD. 3	LEYENDA
26	18	15	5	8	3	8	
27	18	15	5	8	3	17	
28	14	15	5	8	15	17	
29	14	15	5	8	3	17	
30	14	14	5	20	3	17	
31	14	14	7	20	3	17	
32	14	14	7	20	3	10	
33	3	14	7	20	16	10	
34	3	1	13	20	16	10	
35	3	1	13	20	16	10	
36	3	1	13	20	16	10	
37	11	15	13	8	16	10	
38	11	15	13	8	11	11	
39	11	15	1	8	11	11	
40	1	15	1	17	11	11	
41	1	9	1	17	11	11	
42	1	9	1	17	11	15	
43	1	9	1	17	11	15	
44	1	9	1	17	8	15	
45	15	9	1	17	8	15	
46	7	9	15	17	8	15	
47	7	9	12	10	8	3	
48	7	9	12	10	15	3	
49	7	9	17	10	15	3	
50	7	18	17	10	3	3	
51	9	18	17	10	3	3	
52	9	18	17	10	3	17	
53	9	4	17	10	15	17	
54	9	4	17	3	15	17	
55	9	4	12	3	11	17	
56	15	4	12	18	11	17	
57	15	17	12	18	11	17	
58	1	17	12	18	8	17	
59	1	17	15	18	8	8	
60	1	17	15	18	15	8	

Dándonos el siguiente cuadro resumen del porcentaje de tiempo productivo, contributorio y no contributorio del proyecto en las condiciones actuales.

Tabla 4 Resumen Pre Lean Construction - Cartas Balance

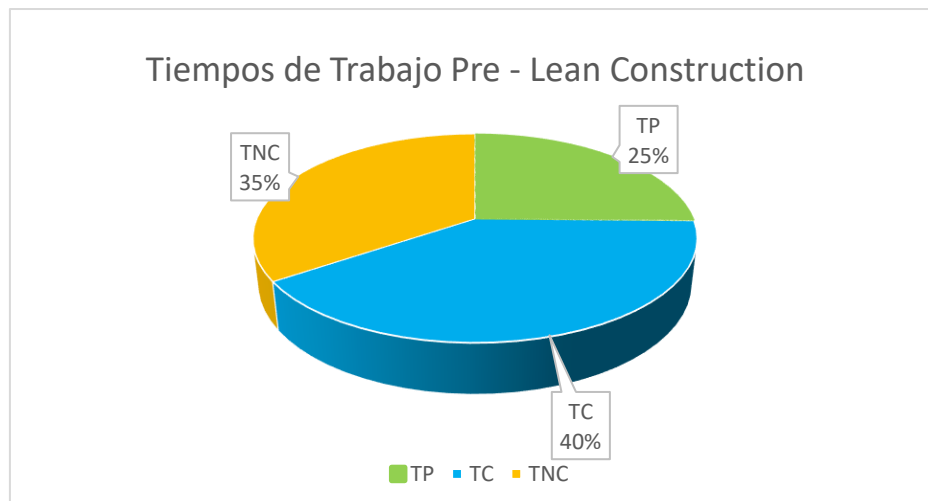
TP	TC	TNC
25.28%	40.28%	34.44%

Ahora si comparamos estos datos con otros estudios realizados sobre el lean Construction podemos denotar lo siguiente, según (Ghio, 2011) él elaboró un cuadro con referencia de diferentes estudios realizados obteniendo el siguiente cuadro:

Tabla 5 Fuente: Ghio (2011) "Desempeño de proyecto de acuerdo con la distribución de trabajo"

ESTUDIO	TP	TC	TNC
ÓPTIMO Teórico	60%	25%	15%
NORMAL Teórico	55%	25%	20%
CHILE Serpell, 2002	38%	36%	26%
CHILE Serpell, et ál., 1995	47%	28%	25%
COLOMBIA Botero 2002	49%	28%	23%
PERÚ Ghío, et ál., 2001	28%	36%	36%
PERÚ Morales y Galeas, 2006	32%	43%	25%

Figura 6 Tiempos de Trabajo Pre - Lean Construction



Como podemos apreciar los valores obtenidos son muy inferiores a los valores normales y óptimos que se obtuvieron de diferentes estudios por otro lado, los valores actuales son inferiores a los valores de proyecto similares que analizó Ghío en los cuales tampoco se

aplicaba la filosofía lean Construction, es por ello que lo primero que se ataca estratégicamente es la sectorización ya que según lo visto los metrados establecidos en los 3 sectores son demasiado alto y difíciles de alcanzar.

3.2. Sectorización

Inicialmente cuando se empezó la toma de datos se estaba trabajando con 3 sectores correctamente balanceados.

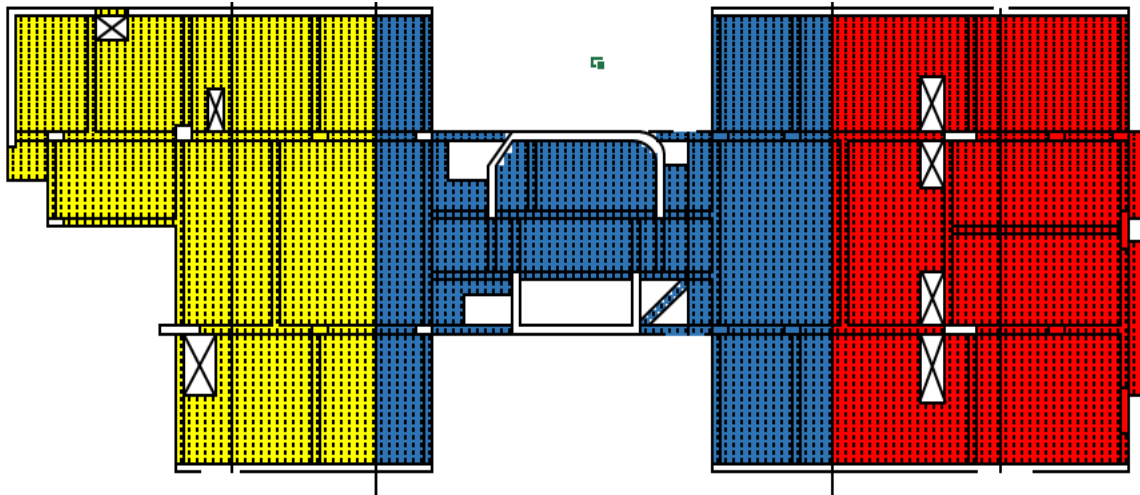


Figura 7: Sectorización de elementos horizontales

De acuerdo a la cantidad de sectores se realizó el tren de actividades para estimar la fecha en la cual se debería estar terminando el piso 12 aproximadamente.

Tabla 6: Tren de actividades de 3 sectores

ACTIVIDADES SUPERESTRUCTURA	DIAS								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ACERO DE VERTICALES	P1S1	P1S2	P1S3						
ENCOFRADO DE VERTICALES		P1S1	P1S2	P1S3					
CONCRETO DE VERTICALES			P1S1	P1S2	P1S3				
ENCOFRADO DE FONDOS Y LADO 1 DE VIGAS				P1S1	P1S2	P1S3			
ACERO DE VIGAS				P1S1	P1S2	P1S2	P1S3		
ENCOFRADO DE LOSA Y LADO 2 DE VIGAS					P1S1	P1S2	P1S3		
ACERO DE LOSA						P1S1	P1S2	P1S3	
COLOCACIÓN DE VIGUETAS PRETENSADAS							P1S1	P1S2	P1S3
COLOCACIÓN DE LADRILLOS BOVEDILLA							P1S1	P1S2	P1S3
INSTALACIONES SANITARIAS								P1S1	P1S2
INSTALACIONES ELÉCTRICAS								P1S1	P1S2
CONCRETO DE LOSA									P1S1

Fuente: Obra “Construcción de edificación de 12 pisos en Malecón Castilla 241”.

A continuación, se mostrará el cronograma diario de actividades a realizar, según la planificación inicial que se tenía de la obra

Tabla 7: Programación del mes de julio 2018

	JULIO															AGOSTO			
	16	17	18	19	20	21	23	24	25	26	27	28	30	31	1	2	3	4	
ACTIVIDADES	SEMANA 1						SEMANA 2						SEMANA 3						
SUPERESTRUCTURA	DÍAS						DÍAS						DÍAS						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
ACERO DE VERTICALES		P1S1	P1S2	P1S3									P2S1	P2S2	P2S3				
ENCOFRADO DE VERTICALES			P1S1	P1S2	P1S3									P2S1	P2S2	P2S3			
CONCRETO DE VERTICALES				P1S1	P1S2		P1S3								P2S1	P2S2	P2S3		
ENCOFRADO DE FONDOS Y LADO 1 DE VIGAS					P1S1		P1S2	P1S3								P2S1	P2S2		
ACERO DE VIGAS					P1S1		P1S2	P1S3								P2S1	P2S2		
ENCOFRADO DE LOSA Y LADO 2 DE VIGAS							P1S1	P1S2	P1S3								P2S1		
ACERO DE LOSA								P1S1	P1S2	P1S3									
COLOCACIÓN DE VIGUETAS PRETENSADAS									P1S1	P1S2	P1S3								
COLOCACIÓN DE LADRILLOS BOVEDILLA									P1S1	P1S2	P1S3								
INSTALACIONES SANITARIAS										P1S1	P1S2		P1S3						
INSTALACIONES ELÉCTRICAS										P1S1	P1S2		P1S3						
CONCRETO DE LOSA											P1S1		P1S2	P1S3					

Fuente: Obra “Construcción de edificación de 12 pisos en Malecón Castilla 241”.

Tabla 8: Programación del mes de agosto 2018.

	AGOSTO																			
	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25		
ACTIVIDADES	SEMANA 4						SEMANA 5						SEMANA 6							
SUPERESTRUCTURA	DÍAS						DÍAS						DÍAS							
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
ACERO DE VERTICALES					P3S1		P3S2	P3S3								P4S1	P4S2			
ENCOFRADO DE VERTICALES							P3S1	P3S2	P3S3								P4S1			
CONCRETO DE VERTICALES								P3S1	P3S2	P3S3										
ENCOFRADO DE FONDOS Y LADO 1 DE VIGAS	P2S3								P3S1	P3S2	P3S3									
ACERO DE VIGAS	P2S3								P3S1	P3S2	P3S3									
ENCOFRADO DE LOSA Y LADO 2 DE VIGAS	P2S2	P2S3								P3S1	P3S2		P3S3							
ACERO DE LOSA	P2S1	P2S2	P2S3								P3S1		P3S2	P3S3						
COLOCACIÓN DE VIGUETAS PRETENSADAS		P2S1	P2S2	P2S3									P3S1	P3S2	P3S3					
COLOCACIÓN DE LADRILLOS BOVEDILLA		P2S1	P2S2	P2S3									P3S1	P3S2	P3S3					
INSTALACIONES SANITARIAS			P2S1	P2S2	P2S3									P3S1	P3S2	P3S3				
INSTALACIONES ELÉCTRICAS			P2S1	P2S2	P2S3									P3S1	P3S2	P3S3				
CONCRETO DE LOSA				P2S1	P2S2		P2S3								P3S1	P3S2	P3S3			

Fuente: Obra “Construcción de edificación de 12 pisos en Malecón Castilla 241”.

Tabla 9: Programación del mes de setiembre 2018.

	AGOSTO						SETIEMBRE																	
	27	28	29	30	31	1	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15						
ACTIVIDADES	SEMANA 7						SEMANA 8						SEMANA 9											
SUPERESTRUCTURA	DÍAS						DÍAS						DÍAS											
	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54						
ACERO DE VERTICALES	P4S3									P5S1	P5S2		P5S3											
ENCOFRADO DE VERTICALES	P4S2	P4S3									P5S1		P5S2	P5S3										
CONCRETO DE VERTICALES	P4S1	P4S2	P4S3										P5S1	P5S2	P5S3									
ENCOFRADO DE FONDOS Y LADO 1 DE VIGAS		P4S1	P4S2		P4S3									P5S1	P5S2	P5S3								
ACERO DE VIGAS		P4S1	P4S2		P4S3									P5S1	P5S2	P5S3								
ENCOFRADO DE LOSA Y LADO 2 DE VIGAS			P4S1		P4S2		P4S3								P5S1	P5S2	P5S3							
ACERO DE LOSA					P4S1		P4S2	P4S3								P5S1	P5S2							
COLOCACIÓN DE VIGUETAS PRETENSADAS							P4S1	P4S2	P4S3								P5S1							
COLOCACIÓN DE LADRILLOS BOVEDILLA							P4S1	P4S2	P4S3								P5S1							
INSTALACIONES SANITARIAS								P4S1	P4S2	P4S3														
INSTALACIONES ELÉCTRICAS								P4S1	P4S2	P4S3														
CONCRETO DE LOSA									P4S1	P4S2	P4S3													

Fuente: Obra “Construcción de edificación de 12 pisos en Malecón Castilla 241”.

Tabla 10: Programación del mes de octubre 2018.

ACTIVIDADES	SETIEMBRE												OCTUBRE					
	17	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6
	SEMANA 10						SEMANA 11						SEMANA 12					
SUPERESTRUCTURA	DÍAS						DÍAS						DÍAS					
	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
ACERO DE VERTICALES			P6S1	P6S2	P6S3									P7S1	P7S2	P7S3		
ENCOFRADO DE VERTICALES				P6S1	P6S2		P6S3								P7S1	P7S2	P7S3	
CONCRETO DE VERTICALES					P6S1		P6S2	P6S3								P7S1	P7S2	
ENCOFRADO DE FONDOS Y LADO 1 DE VIGAS							P6S1	P6S2	P6S3								P7S1	
ACERO DE VIGAS							P6S1	P6S2	P6S3								P7S1	
ENCOFRADO DE LOSA Y LADO 2 DE VIGAS								P6S1	P6S2	P6S3								
ACERO DE LOSA	P5S3								P6S1	P6S2	P6S3							
COLOCACIÓN DE VIGUETAS PRETENSADAS	P5S2	P5S3								P6S1	P6S2		P6S3					
COLOCACIÓN DE LADRILLOS BOVEDILLA	P5S2	P5S3								P6S1	P6S2		P6S3					
INSTALACIONES SANITARIAS	P5S1	P5S2	P5S3								P6S1		P6S2	P6S3				
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	P5S1	P5S2	P5S3								P6S1		P6S2	P6S3				
CONCRETO DE LOSA		P5S1	P5S2	P5S3									P6S1	P6S2	P6S3			

Fuente: Obra “Construcción de edificación de 12 pisos en Malecón Castilla 241”.

Tabla 11: Programación del mes de noviembre 2018

ACTIVIDADES	OCTUBRE																							
	8	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	22	23	24	25	26	27	29	30	31			
SEMANA 13	DÍAS						DÍAS						DÍAS						DÍAS			DÍAS		
SUPERESTRUCTURA	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93			
ACERO DE VERTICALES								P8 S1	P8 S2	P8 S3										P9 S1	P9 S2			
ENCOFRADO DE VERTICALES									P8 S1	P8 S2	P8 S3											P9 S1		
CONCRETO DE VERTICALES		P7 S3								P8 S1	P8 S2		P8 S3											
ENCOFRADO DE FONDOS Y LADO 1 DE VIGAS		P7 S2	P7 S3								P8 S1		P8 S2	P8 S3										
ACERO DE VIGAS		P7 S2	P7 S3								P8 S1		P8 S2	P8 S3										
ENCOFRADO DE LOSA Y LADO 2 DE VIGAS		P7 S1	P7 S2	P7 S3									P8 S1	P8 S2	P8 S3									
ACERO DE LOSA			P7 S1	P7 S2	P7 S3									P8 S1	P8 S2	P8 S3								
COLOCACIÓN DE VIGUETAS PRETENSADAS				P7 S1	P7 S2		P7 S3								P8 S1	P8 S2	P8 S3		P8 S1	P8 S2	P8 S3			
COLOCACIÓN DE LADRILLOS BOVEDILLA				P7 S1	P7 S2		P7 S3								P8 S1	P8 S2	P8 S3		P8 S1	P8 S2	P8 S3			
INSTALACIONES SANITARIAS					P7 S1		P7 S2	P7 S3									P8 S1	P8 S2	P8 S3		P8 S1	P8 S2	P8 S3	
INSTALACIONES ELÉCTRICAS					P7 S1		P7 S2	P7 S3									P8 S1	P8 S2	P8 S3		P8 S1	P8 S2	P8 S3	
CONCRETO DE LOSA							P7 S1	P7 S2	P7 S3											P8 S1	P8 S2	P8 S3		

Fuente: Obra “Construcción de edificación de 12 pisos en Malecón Castilla

	NOVIEMBRE																							
	1	2	3	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16	17	19	20	21	22	23	24			
ACTIVIDADES				SEMANA 17						SEMANA 18						SEMANA 19								
SUPERESTRUCTURA	94	95	96	DÍAS			10 0	10 1	10 2	10 3	104	105	106	107	10 8	109	110	111	112	113	11 4			
ACERO DE VERTICALES		P9 S3									P10 S1	P10 S2	P10 S3											
ENCOFRADO DE VERTICALES		P9 S2		P9 S3								P10 S1	P10 S2	P10 S3										
CONCRETO DE VERTICALES		P9 S1		P9 S2	P9 S3								P10 S1	P10 S2										
ENCOFRADO DE FONDOS Y LADO 1 DE VIGAS				P9 S1	P9 S2	P9 S3								P10 S1		P10 S2	P10 S3							
ACERO DE VIGAS				P9 S1	P9 S2	P9 S3								P10 S1		P10 S2	P10 S3							
ENCOFRADO DE LOSA Y LADO 2 DE VIGAS					P9 S1	P9 S2	P9 S3									P10 S1	P10 S2	P10 S3						
ACERO DE LOSA						P9 S1	P9 S2	P9 S3									P10 S1	P10 S2	P10 S3					
COLOCACIÓN DE VIGUETAS PRETENSADAS							P9 S1	P9 S2		P9 S3								P10 S1	P10 S2	P10 S3				
COLOCACIÓN DE LADRILLOS BOVEDILLA							P9 S1	P9 S2		P9 S3								P10 S1	P10 S2	P10 S3				
INSTALACIONES SANITARIAS								P9 S1		P9 S2	P9 S3								P10 S1	P10 S2				
INSTALACIONES ELÉCTRICAS								P9 S1		P9 S2	P9 S3								P10 S1	P10 S2				
CONCRETO DE LOSA										P9 S1	P9 S2	P9 S3									P10 S1			

Fuente: Obra “Construcción de edificación de 12 pisos en Malecón Castilla

Tabla 12: Programación del mes de diciembre 2018

ACTIVIDADES	NOVIEMBRE					DICIEMBRE														
	26	27	28	29	30	1	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15		
	SEMANA 20					SEMANA 21					SEMANA 22					SEMANA 23				
SUPERESTRUCTURA	DÍAS					DÍAS					DÍAS					DÍAS				
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134
ACERO DE VERTICALES	P11 S1	P11 S2	P11 S3								P12 S1		P12 S2	P12 S3						
ENCOFRADO DE VERTICALES		P11 S1	P11 S2	P11 S3									P12 S1	P12 S2	P12 S3					
CONCRETO DE VERTICALES			P11 S1	P11 S2	P11 S3									P12 S1	P12 S2	P12 S3				
ENCOFRADO DE FONDOS Y LADO 1 DE VIGAS				P11 S1	P11 S2		P11 S3								P12 S1	P12 S2	P12 S3			
ACERO DE VIGAS				P11 S1	P11 S2		P11 S3								P12 S1	P12 S2	P12 S3			
ENCOFRADO DE LOSA Y LADO 2 DE VIGAS					P11 S1		P11 S2	P11 S3								P12 S1	P12 S2			
ACERO DE LOSA							P11 S1	P11 S2	P11 S3								P12 S1			
COLOCACIÓN DE VIGUETAS PRETENSADAS								P11 S1	P11 S2	P11 S3										
COLOCACIÓN DE LADRILLOS BOVEDILLA								P11 S1	P11 S2	P11 S3										
INSTALACIONES SANITARIAS	P10 S3								P11 S1	P11 S2	P11 S3									
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	P10 S3								P11 S1	P11 S2	P11 S3									
CONCRETO DE LOSA	P10 S2	P10 S3								P11 S1	P11 S2		P11 S3							

Fuente: Obra “Construcción de edificación de 12 pisos en Malecón Castilla 241”.

ACTIVIDADES	DICIEMBRE					
	17	18	19	20	21	22
	SEMANA 23					
SUPERESTRUCTURA	DÍAS					
	133	134	135	136	137	138
ACERO DE VERTICALES						
ENCOFRADO DE VERTICALES						
CONCRETO DE VERTICALES						
ENCOFRADO DE FONDOS Y LADO 1 DE VIGAS						
ACERO DE VIGAS						
ENCOFRADO DE LOSA Y LADO 2 DE VIGAS	P12S3					
ACERO DE LOSA	P12S2	P12S3				
COLOCACIÓN DE VIGUETAS PRETENSADAS	P12S1	P12S2	P12S3			
COLOCACIÓN DE LADRILLOS BOVEDILLA	P12S1	P12S2	P12S3			
INSTALACIONES SANITARIAS		P12S1	P12S2	P12S3		
INSTALACIONES ELÉCTRICAS		P12S1	P12S2	P12S3		
CONCRETO DE LOSA			P12S1	P12S2	P12S3	

Fuente: Obra “Construcción de edificación de 12 pisos en Malecón Castilla 241”.

Pero hasta el mes de Setiembre de 2018 se tenía que estar terminando el piso 5 y en la realidad solo se habían ejecutado los 2 primeros pisos. Es por ese motivo por lo cual Decidimos hacer una investigación acerca de cuáles son las actividades que generan más desperdicios en obra.

Para empezar, deberíamos realizar una sectorización correcta como el vaciado de concreto, encofrado y acero. Lo cual deberían ser metrados que se puedan realizar y no arriesgarnos a cumplirlos de manera muy apretada. A continuación, se va detallar los pasos realizados que tuvimos que hacer para una correcta sectorización y según la sectorización realizar un tren de actividades para reducir las holguras y lograr la meta del cronograma.

SECTORIZACIÓN

- 1) Para poder sectorizar lo primordial es realizar un correcto metrado de los elementos horizontales y verticales. Para nuestra investigación decidimos modelar en 3D un piso típico, el cual contiene vigas, columnas, viguetas, placas, losa, ladrillos bovedilla. De esta manera el metrado será más sencillo y lo más aproximado posible.
- 2) A continuación, se mostrará los elementos modelados:

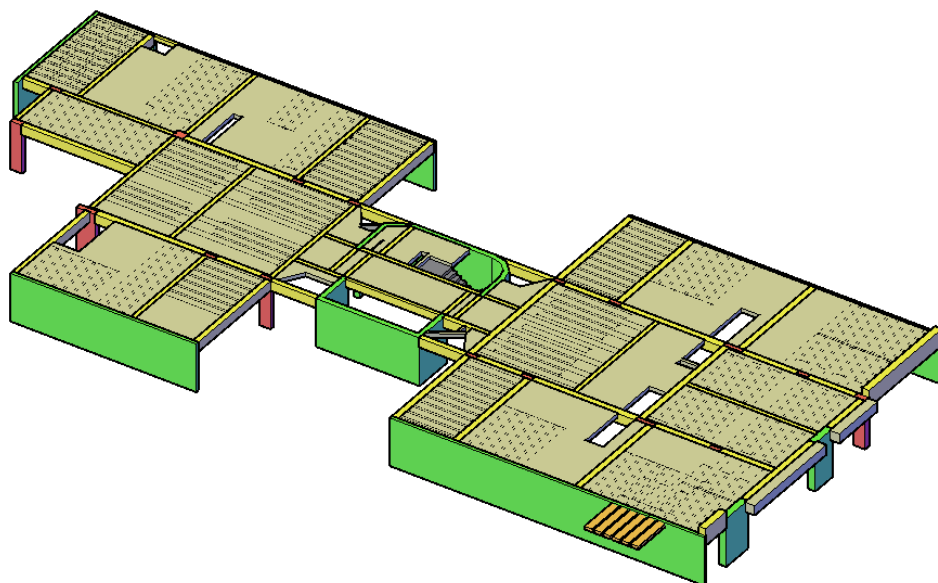


Figura 8: Elementos estructurales modelados en 3D-Autocad.

- 3) Luego con la ayuda del programa Excel se procedió a graficar la planta del piso típico con sus respectivos metrados para concreto de elementos horizontales y verticales; encofrados horizontales y verticales; acero horizontal y vertical.

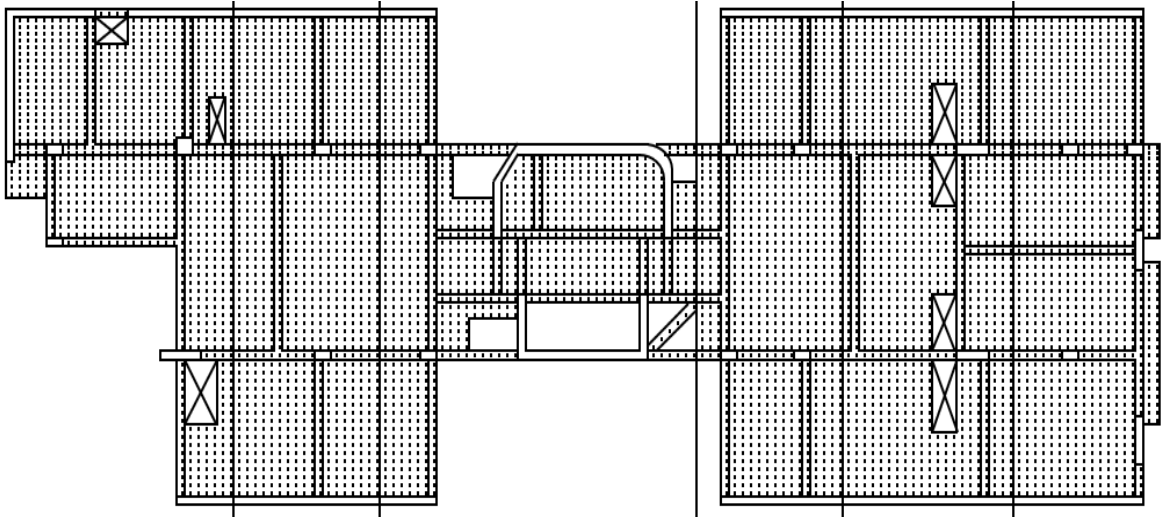


Figura 9: Metrado de elementos horizontales (Vigas y losa).

- 4) A continuación, se procede a balancear los metrados en sectores de tal forma que los metrados de los elementos sean similares.

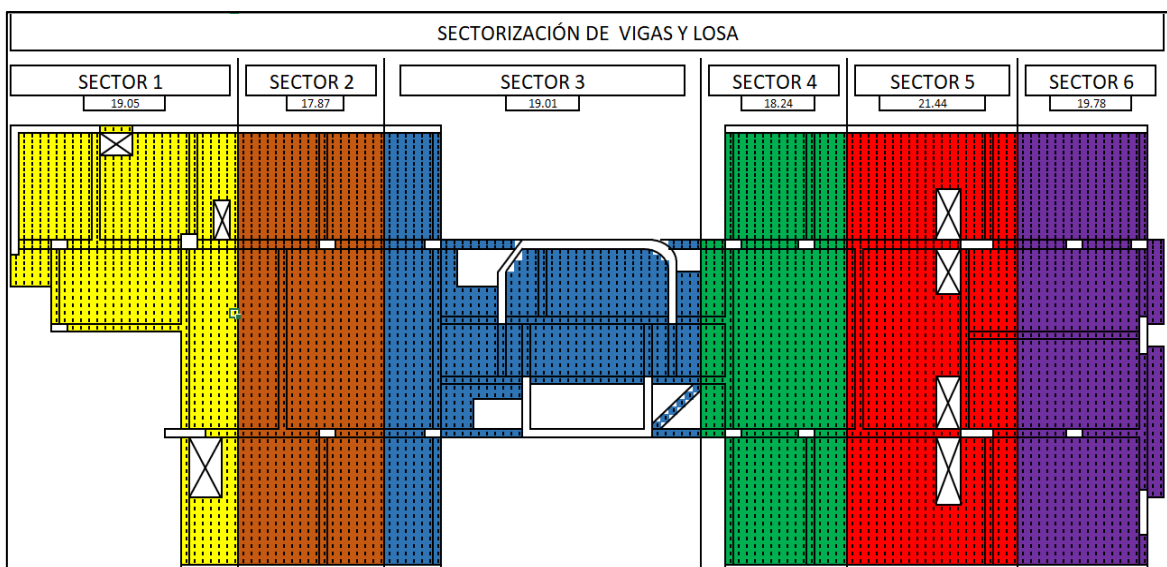


Figura 10: Sectorización de concreto para elementos horizontales

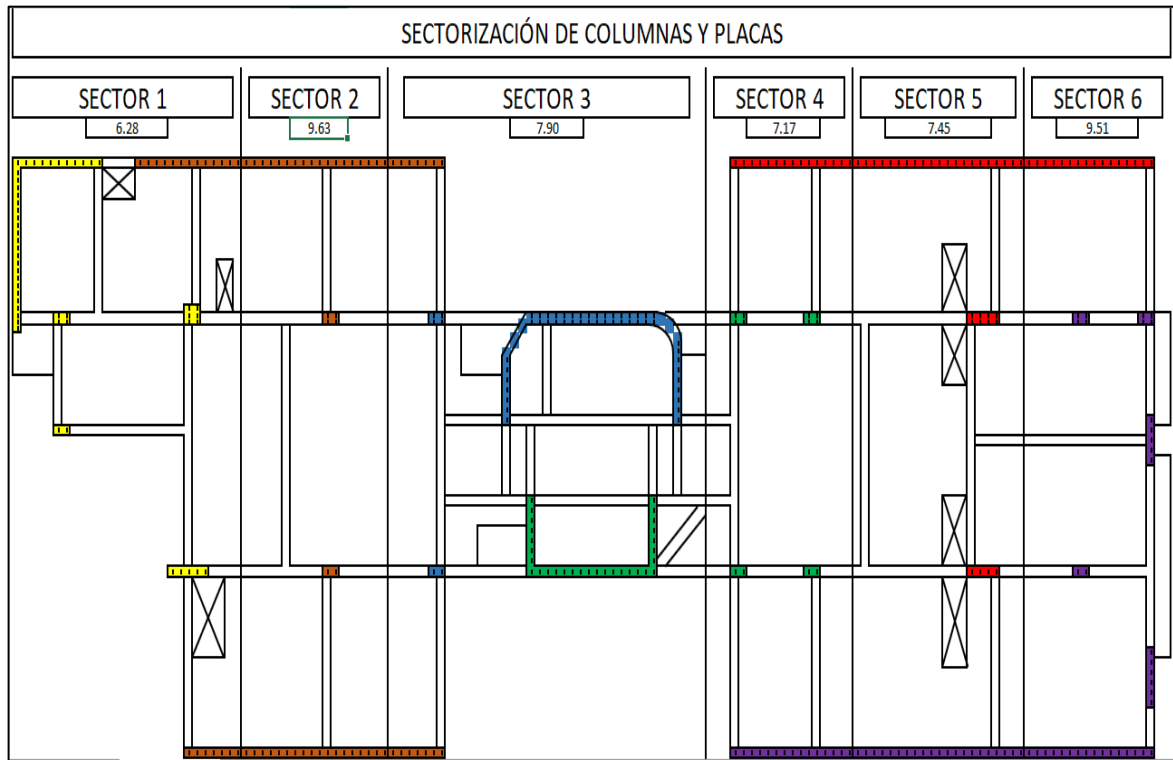


Figura 11: Sectorización de concreto para elementos verticales

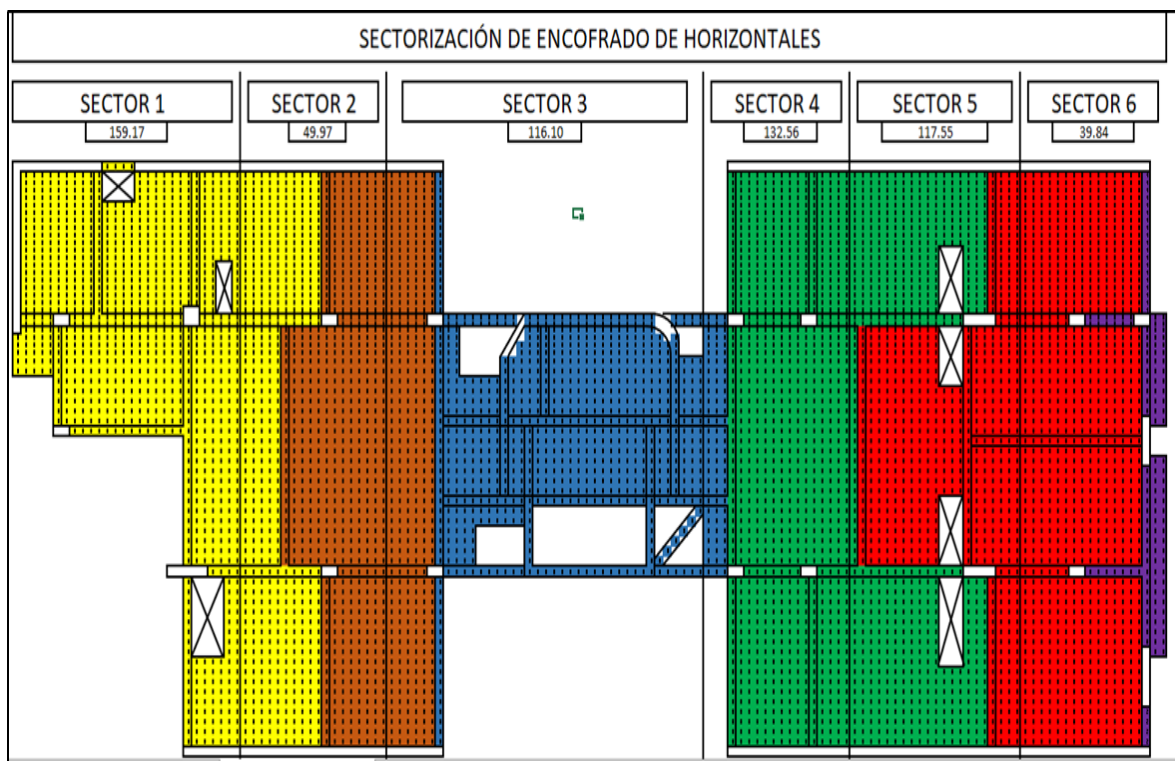


Figura 12: Sectorización de encofrado de elementos horizontales

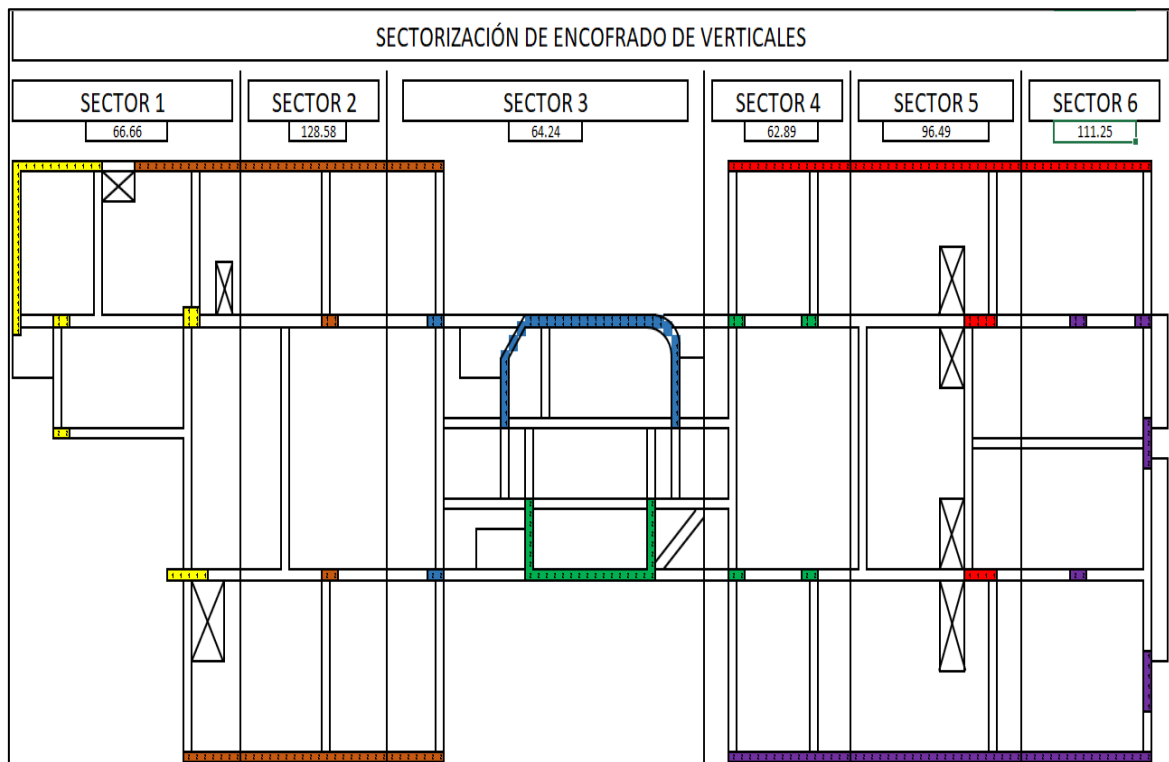


Figura 13: Sectorización de elementos verticales

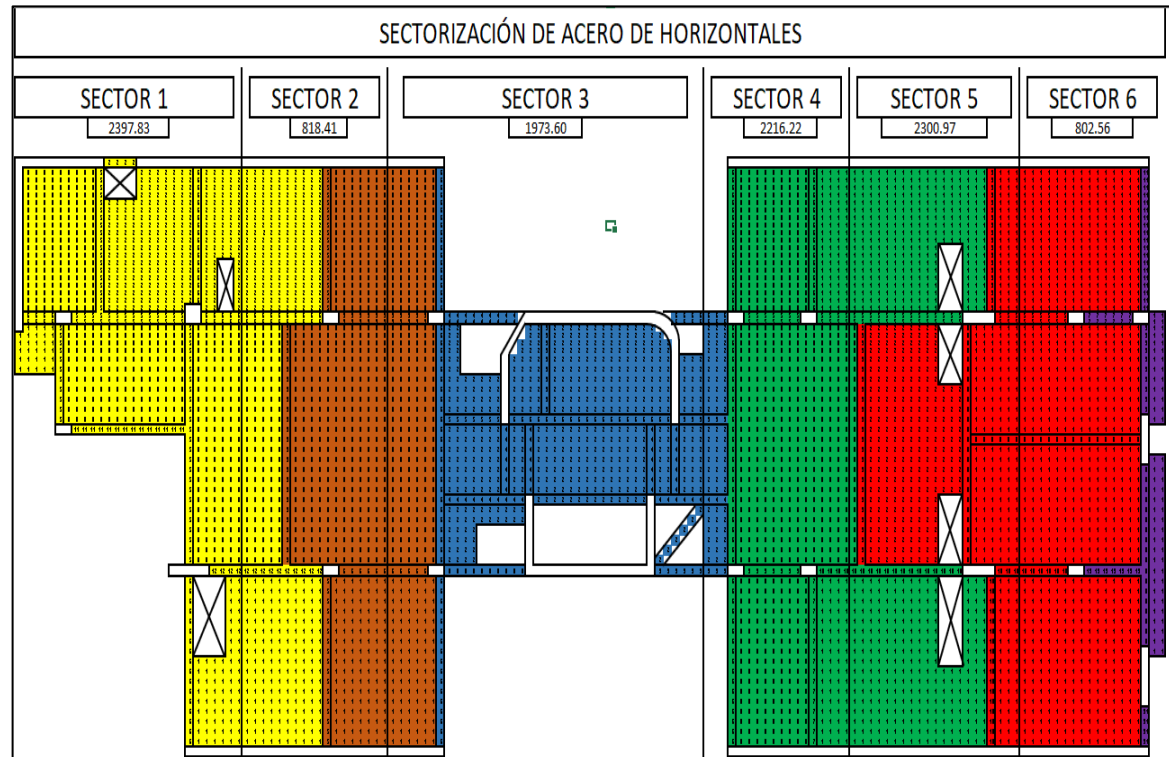


Figura 14: Sectorización de acero en elementos horizontales

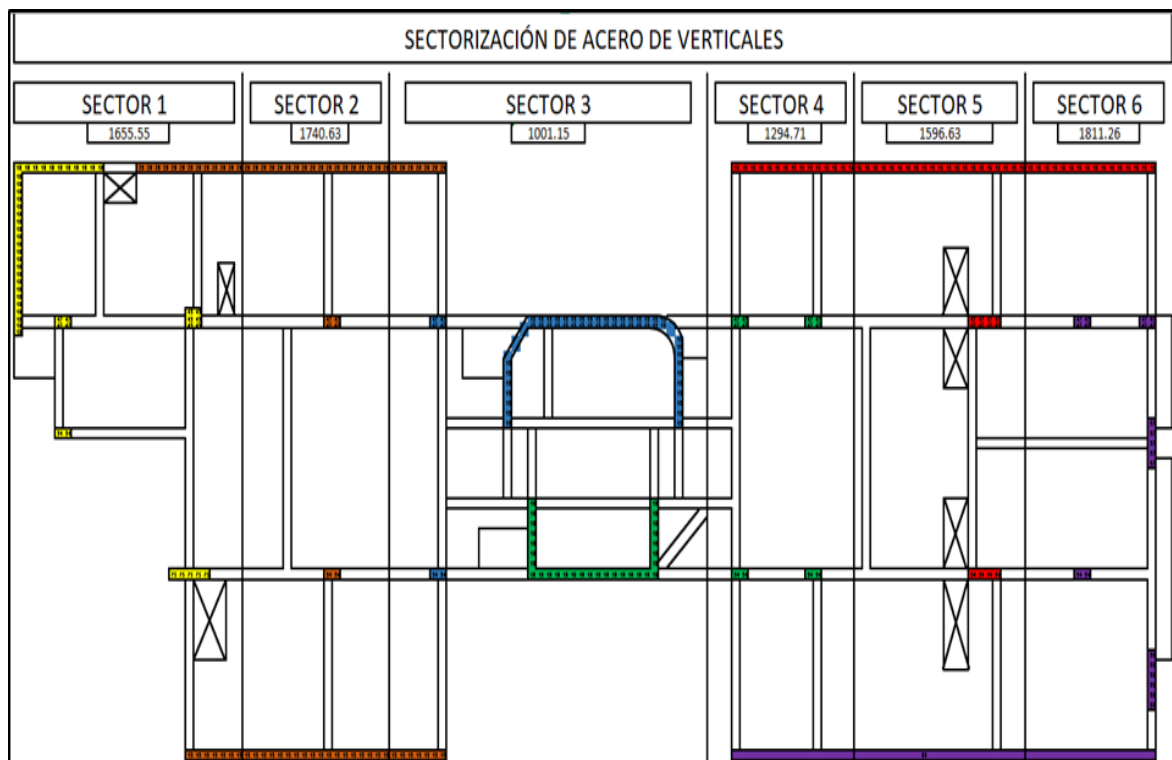


Figura 15: Sectorización de acero en elementos verticales

3.3. Segunda Cartas balance Post Lean Construction – Sectorización

Una vez culminado la sectorización se procedió a realizar la segunda toma de datos con las cartas bales está vez aplicando una herramienta del lean construction como la sectorización de frentes de trabajo.

Tabla 13 Carta Balance 2 Post Lean Construction - Acero Vertical

	ACERO VERTICAL						LEYENDA	
Tiempo (minuto)	OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD. 1	AYUD. 2	AYUD. 3		
1	15	1	15	15	15	15	TP	
2	15	1	15	15	15	15	1	colocar acero vertical
3	15	1	9	15	15	15	2	cortar alambres para amarrar
4	15	15	9	15	15	15	3	amarrar el acero con alambre
5	1	15	9	15	2	15	4	apuntalar la armadura
6	1	3	9	2	2	15		
7	1	3	17	2	2	15	TC	
8	1	3	17	8	2	15	5	Leer los planos
9	20	3	17	8	15	6	6	Limpiar la zona de trabajo

Tiempo (minuto)	OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD. 1	AYUD. 2	AYUD. 3	TC	
10	20	3	17	8	2	6	7	Charla de actividades a realizar
11	20	3	17	8	2	2	8	Transporte
12	5	3	17	8	2	2	9	aplomado de la armadura
17	5	3	12	8	2	2	10	colocar dados de concreto
18	5	3	12	8	15	2	11	Buscar herramientas
19	12	3	15	8	2	2	12	medir el acero
20	12	15	3	8	2	17	13	cortar el acero
21	12	1	3	8	2	17	14	doblar el acero
22	13	1	3	16	15	17		
23	13	1	3	16	15	17	TNC	
13	13	1	3	16	15	17	15	Esperas
14	15	1	3	16	8	17	16	Tomar bebida
15	15	1	3	15	8	17	17	Servicios higiénicos
16	15	1	3	15	8	8	18	trabajos rehechos
24	15	12	3	15	8	8	19	Refrigerio
25	1	12	3	2	8	8	20	Viajes innecesarios
26	1	12	3	2	15	8		
27	1	12	13	2	15	8		
28	9	12	13	2	11	15		
29	9	12	13	17	11	15		
30	9	1	13	17	11	15		
31	9	1	14	17	11	15		
32	17	1	14	17	11	8		
33	17	1	14	17	11	8		
34	17	15	14	17	8	8		
35	17	15	14	2	8	8		
36	17	1	18	2	12	8		
37	17	1	18	8	12	8		
38	12	1	18	8	12	8		
39	4	1	18	8	12	2		
40	4	1	18	8	12	2		
41	4	1	18	8	2	2		
42	4	1	18	8	2	2		
43	4	1	18	88	2	17		
44	5	1	15	20	20	17		
45	5	15	15	20	20	17		
46	5	15	13	20	20	17		
47	5	15	13	20	20	17		
48	12	1	13	20	15	17		
49	12	1	13	20	15	17		
50	12	1	13	15	15	17		
51	13	1	4	15	14	17		

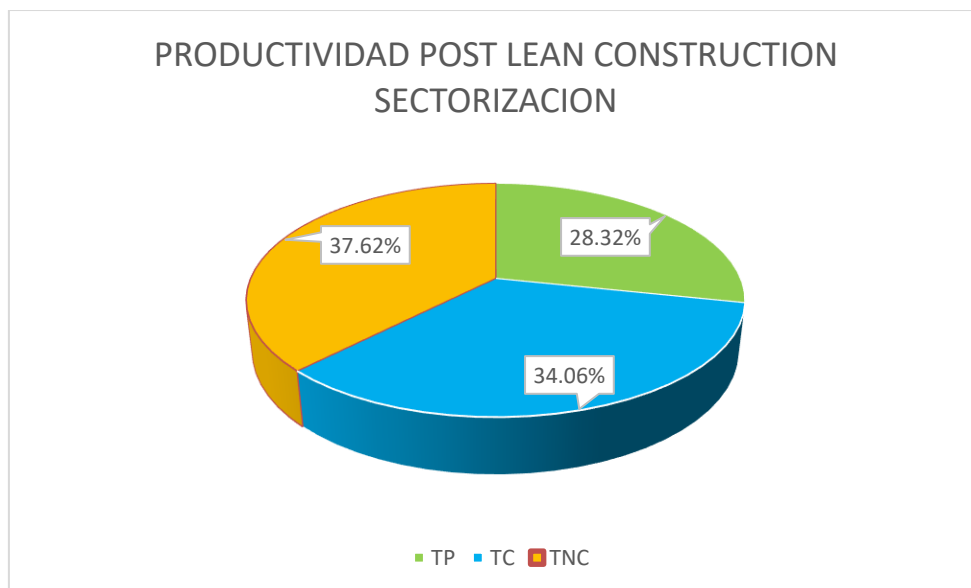
Tiempo (minuto)	OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD. 1	AYUD. 2	AYUD. 3
52	13	1	4	15	14	13
53	13	15	4	15	14	13
54	13	15	4	6	14	13
55	13	15	4	6	14	13
56	3	15	4	6	14	13
57	3	15	13	16	14	13
58	3	12	13	16	14	15
59	3	12	13	16	14	15
60	3	12	13	16	14	15

De la toma de datos se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 14 Resumen de Productividad Post Lean Construction - Acero Vertical

TP	TC	TNC
28.61%	35.00%	36.39%

Figura 16 Resumen Productividad Carta Balance - Sectorización



Como podemos apreciar los valores obtenidos son muy inferiores a los valores normales y óptimos que se obtuvieron de diferentes estudios por otro lado, podemos ver que los valores de productividad han incrementado respecto al pre lean Construction. Sin embargo, los tiempos contributivos han disminuido significativamente y los no contributivos han incrementado de la misma manera es por ello que es necesario aplicar una segunda herramienta del lean Construction como los trenes de actividad. Se adjunta en los anexos las

cartas balances post lean Construction de la sectorización de las partidas de acero, encofrado y desencofrado y vaciado de concreto.

3.4. Tren de Actividades

Teniendo sectorizado todos los elementos de la estructura procedemos a realizar nuestro tren de actividades:

ACTIVIDADES					
SUPERESTRUCTURA	DÍAS				
	1	2	3	4	5
ACERO DE VERTICALES	P5S1	P5S2	P5S3	P5S4	P5S5
ENCOFRADO DE VERTICALES		P5S1	P5S2	P5S3	P5S4
CONCRETO DE VERTICALES		P5S1	P5S2	P5S3	P5S4
ENCOFRADO DE FONDOS Y LADO 1 DE VIGAS			P5S1	P5S2	P5S3
ACERO DE VIGAS			P5S1	P5S2	P5S3
ENCOFRADO DE LOSA Y LADO 2 DE VIGAS				P5S1	P5S2
ACERO DE LOSA				P5S1	P5S2
COLOCACIÓN DE VIGUETAS PRETENSADAS				P5S1	P5S2
COLOCACIÓN DE LADRILLOS BOVEDILLA				P5S1	P5S2
INSTALACIONES SANITARIAS					P5S1
INSTALACIONES ELÉCTRICAS					P5S1
CONCRETO DE LOSA					P5S1

Se tomó como punto de partida el piso 3 obteniendo el siguiente tren de actividades:

Tabla 15: Tren de actividades propuesto semana 9 - 11

	SEPTIEMBRE																		
	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28	29	
ACTIVIDADES	SEMANA 9						SEMANA 10						SEMANA 11						
SUPERESTRUCTURA	DÍAS						DÍAS						DÍAS						
	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	
ACERO DE VERTICALES	P3S1	P3S2	P3S3	P3S4	P3S5		P3S6	P4S1	P4S2	P4S3	P4S4		P4S5	P4S6	P5S1	P5S2	P5S3		
ENCOFRADO DE VERTICALES		P3S1	P3S2	P3S3	P3S4		P3S5	P3S6	P4S1	P4S2	P4S3		P4S4	P4S5	P4S6	P5S1	P5S2		
CONCRETO DE VERTICALES		P3S1	P3S2	P3S3	P3S4		P3S5	P3S6	P4S1	P4S2	P4S3		P4S4	P4S5	P4S6	P5S1	P5S2		
ENCOFRADO DE FONDOS Y LADO 1 DE VIGAS			P3S1	P3S2	P3S3		P3S4	P3S5	P3S6	P4S1	P4S2		P4S3	P4S4	P4S5	P4S6	P5S1		
ACERO DE VIGAS			P3S1	P3S2	P3S3		P3S4	P3S5	P3S6	P4S1	P4S2		P4S3	P4S4	P4S5	P4S6	P5S1		
ENCOFRADO DE LOSA Y LADO 2 DE VIGAS				P3S1	P3S2		P3S3	P3S4	P3S5	P3S6	P4S1		P4S2	P4S3	P4S4	P4S5	P4S6		
ACERO DE LOSA				P3S1	P3S2		P3S3	P3S4	P3S5	P3S6	P4S1		P4S2	P4S3	P4S4	P4S5	P4S6		
COLOCACIÓN DE VIGUETAS PRETENSADAS				P3S1	P3S2		P3S3	P3S4	P3S5	P3S6	P4S1		P4S2	P4S3	P4S4	P4S5	P4S6		
COLOCACIÓN DE LADRILLOS BOVEDILLA				P3S1	P3S2		P3S3	P3S4	P3S5	P3S6	P4S1		P4S2	P4S3	P4S4	P4S5	P4S6		
INSTALACIONES SANITARIAS					P3S1		P3S2	P3S3	P3S4	P3S5	P3S6		P4S1	P4S2	P4S3	P4S4	P4S5		
INSTALACIONES ELÉCTRICAS					P3S1		P3S2	P3S3	P3S4	P3S5	P3S6		P4S1	P4S2	P4S3	P4S4	P4S5		
CONCRETO DE LOSA					P3S1		P3S2	P3S3	P3S4	P3S5	P3S6		P4S1	P4S2	P4S3	P4S4	P4S5		

Fuente: Obra “Construcción de edificación de 12 pisos en Malecón Castilla 241”.

Tabla 16: Tren de actividades propuesto semana 12 - 14

	OCTUBRE																			
	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20		
ACTIVIDADES	SEMANA 12						SEMANA 13						SEMANA 14							
SUPERESTRUCTURA	DÍAS						DÍAS						DÍAS							
	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84		
ACERO DE VERTICALES	P5S 4	P5S 5	P5S 6	P6S 1	P6S 2			P6S 3	P6S 4	P6S 5	P6S 6		P7S 1	P7S 2	P7S 3	P7S 4	P7S 5			
ENCOFRADO DE VERTICALES	P5S 3	P5S 4	P5S 5	P5S 6	P6S 1			P6S 2	P6S 3	P6S 4	P6S 5		P6S 6	P7S 1	P7S 2	P7S 3	P7S 4			
CONCRETO DE VERTICALES	P5S 3	P5S 4	P5S 5	P5S 6	P6S 1			P6S 2	P6S 3	P6S 4	P6S 5		P6S 6	P7S 1	P7S 2	P7S 3	P7S 4			
ENCOFRADO DE FONDOS Y LADO 1 DE VIGAS	P5S 2	P5S 3	P5S 4	P5S 5	P5S 6			P6S 1	P6S 2	P6S 3	P6S 4		P6S 5	P6S 6	P7S 1	P7S 2	P7S 3			
ACERO DE VIGAS	P5S 2	P5S 3	P5S 4	P5S 5	P5S 6			P6S 1	P6S 2	P6S 3	P6S 4		P6S 5	P6S 6	P7S 1	P7S 2	P7S 3			
ENCOFRADO DE LOSA Y LADO 2 DE VIGAS	P5S 1	P5S 2	P5S 3	P5S 4	P5S 5			P5S 6	P6S 1	P6S 2	P6S 3		P6S 4	P6S 5	P6S 6	P7S 1	P7S 2			
ACERO DE LOSA	P5S 1	P5S 2	P5S 3	P5S 4	P5S 5			P5S 6	P6S 1	P6S 2	P6S 3		P6S 4	P6S 5	P6S 6	P7S 1	P7S 2			
COLOCACIÓN DE VIGUETAS PRETENSADAS	P5S 1	P5S 2	P5S 3	P5S 4	P5S 5			P5S 6	P6S 1	P6S 2	P6S 3		P6S 4	P6S 5	P6S 6	P7S 1	P7S 2			
COLOCACIÓN DE LADRILLOS BOVEDILLA	P5S 1	P5S 2	P5S 3	P5S 4	P5S 5			P5S 6	P6S 1	P6S 2	P6S 3		P6S 4	P6S 5	P6S 6	P7S 1	P7S 2			
INSTALACIONES SANITARIAS	P4S 6	P5S 1	P5S 2	P5S 3	P5S 4			P5S 5	P5S 6	P6S 1	P6S 2		P6S 3	P6S 4	P6S 5	P6S 6	P7S 1			
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	P4S 6	P5S 1	P5S 2	P5S 3	P5S 4			P5S 5	P5S 6	P6S 1	P6S 2		P6S 3	P6S 4	P6S 5	P6S 6	P7S 1			
CONCRETO DE LOSA	P4S 6	P5S 1	P5S 2	P5S 3	P5S 4			P5S 5	P5S 6	P6S 1	P6S 2		P6S 3	P6S 4	P6S 5	P6S 6	P7S 1			

Fuente: Obra “Construcción de edificación de 12 pisos en Malecón Castilla 241”.

Tabla 17: Tren de actividades propuesto semana 15 - 17

		OCTUBRE									NOVIEMBRE								
		22	23	24	25	26	27	29	30	31	1	2	3	5	6	7	8	9	10
ACTIVIDADES	SEMANA 15						SEMANA 16						SEMANA 17						
SUPERESTRUCTURA	DÍAS						DÍAS						DÍAS						
	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	
ACERO DE VERTICALES	P7S 6	P8S 1	P8S 2		P8S 3		P8S 4	P8S 5	P8S 6		P9S 1		P9S 2	P9S 3	P9S 4	P9S 5	P9S 6		
ENCOFRADO DE VERTICALES	P7S 5	P7S 6	P8S 1		P8S 2		P8S 3	P8S 4	P8S 5		P8S 6		P9S 1	P9S 2	P9S 3	P9S 4	P9S 5		
CONCRETO DE VERTICALES	P7S 5	P7S 6	P8S 1		P8S 2		P8S 3	P8S 4	P8S 5		P8S 6		P9S 1	P9S 2	P9S 3	P9S 4	P9S 5		
ENCOFRADO DE FONDOS Y LADO 1 DE VIGAS	P7S 4	P7S 5	P7S 6		P8S 1		P8S 2	P8S 3	P8S 4		P8S 5		P8S 6	P9S 1	P9S 2	P9S 3	P9S 4		
ACERO DE VIGAS	P7S 4	P7S 5	P7S 6		P8S 1		P8S 2	P8S 3	P8S 4		P8S 5		P8S 6	P9S 1	P9S 2	P9S 3	P9S 4		
ENCOFRADO DE LOSA Y LADO 2 DE VIGAS	P7S 3	P7S 4	P7S 5		P7S 6		P8S 1	P8S 2	P8S 3		P8S 4		P8S 5	P8S 6	P9S 1	P9S 2	P9S 3		
ACERO DE LOSA	P7S 3	P7S 4	P7S 5		P7S 6		P8S 1	P8S 2	P8S 3		P8S 4		P8S 5	P8S 6	P9S 1	P9S 2	P9S 3		
COLOCACIÓN DE VIGUETAS PRETENSADAS	P7S 3	P7S 4	P7S 5		P7S 6		P8S 1	P8S 2	P8S 3		P8S 4		P8S 5	P8S 6	P9S 1	P9S 2	P9S 3		
COLOCACIÓN DE LADRILLOS BOVEDILLA	P7S 3	P7S 4	P7S 5		P7S 6		P8S 1	P8S 2	P8S 3		P8S 4		P8S 5	P8S 6	P9S 1	P9S 2	P9S 3		
INSTALACIONES SANITARIAS	P7S 2	P7S 3	P7S 4		P7S 5		P7S 6	P8S 1	P8S 2		P8S 3		P8S 4	P8S 5	P8S 6	P9S 1	P9S 2		
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	P7S 2	P7S 3	P7S 4		P7S 5		P7S 6	P8S 1	P8S 2		P8S 3		P8S 4	P8S 5	P8S 6	P9S 1	P9S 2		
CONCRETO DE LOSA	P7S 2	P7S 3	P7S 4		P7S 5		P7S 6	P8S 1	P8S 2		P8S 3		P8S 4	P8S 5	P8S 6	P9S 1	P9S 2		

Fuente: Obra “Construcción de edificación de 12 pisos en Malecón Castilla 241”.

	NOVIEMBRE																			
	12	13	14	15	16	17	19	20	21	22	23	24	26	27	28	29	30	1		
ACTIVIDADES	SEMANA 18						SEMANA 19						SEMANA 20							
SUPERESTRUCTURA	DÍAS						DÍAS						DÍAS							
	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120		
ACERO DE VERTICALES	P10S 1	P10S 2	P10S 3	P10S 4	P10S 5		P10S 6	P11S 1	P11S 2	P11S 3	P11S 4		P11S 5	P11S 6	P12S 1	P12S 2	P12S 3			
ENCOFRADO DE VERTICALES	P9S6	P10S 1	P10S 2	P10S 3	P10S 4		P10S 5	P10S 6	P11S 1	P11S 2	P11S 3		P11S 4	P11S 5	P11S 6	P12S 1	P12S 2			
CONCRETO DE VERTICALES	P9S6	P10S 1	P10S 2	P10S 3	P10S 4		P10S 5	P10S 6	P11S 1	P11S 2	P11S 3		P11S 4	P11S 5	P11S 6	P12S 1	P12S 2			
ENCOFRADO DE FONDOS Y LADO 1 DE VIGAS	P9S5	P9S6	P10S 1	P10S 2	P10S 3		P10S 4	P10S 5	P10S 6	P11S 1	P11S 2		P11S 3	P11S 4	P11S 5	P11S 6	P12S 1			
ACERO DE VIGAS	P9S5	P9S6	P10S 1	P10S 2	P10S 3		P10S 4	P10S 5	P10S 6	P11S 1	P11S 2		P11S 3	P11S 4	P11S 5	P11S 6	P12S 1			
ENCOFRADO DE LOSA Y LADO 2 DE VIGAS	P9S4	P9S5	P9S6	P10S 1	P10S 2		P10S 3	P10S 4	P10S 5	P10S 6	P11S 1		P11S 2	P11S 3	P11S 4	P11S 5	P11S 6			
ACERO DE LOSA	P9S4	P9S5	P9S6	P10S 1	P10S 2		P10S 3	P10S 4	P10S 5	P10S 6	P11S 1		P11S 2	P11S 3	P11S 4	P11S 5	P11S 6			
COLOCACIÓN DE VIGUETAS PRETENSADAS	P9S4	P9S5	P9S6	P10S 1	P10S 2		P10S 3	P10S 4	P10S 5	P10S 6	P11S 1		P11S 2	P11S 3	P11S 4	P11S 5	P11S 6			
COLOCACIÓN DE LADRILLOS BOVEDILLA	P9S4	P9S5	P9S6	P10S 1	P10S 2		P10S 3	P10S 4	P10S 5	P10S 6	P11S 1		P11S 2	P11S 3	P11S 4	P11S 5	P11S 6			
INSTALACIONES SANITARIAS	P9S3	P9S4	P9S5	P9S6	P10S 1		P10S 2	P10S 3	P10S 4	P10S 5	P10S 6		P11S 1	P11S 2	P11S 3	P11S 4	P11S 5			
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	P9S3	P9S4	P9S5	P9S6	P10S 1		P10S 2	P10S 3	P10S 4	P10S 5	P10S 6		P11S 1	P11S 2	P11S 3	P11S 4	P11S 5			
CONCRETO DE LOSA	P9S3	P9S4	P9S5	P9S6	P10S 1		P10S 2	P10S 3	P10S 4	P10S 5	P10S 6		P11S 1	P11S 2	P11S 3	P11S 4	P11S 5			

Tabla 19: Tren de actividades propuesto semana 21 - 23

[illegible]

Pág. 56

Una vez culminado el análisis de las cartas balance del tren de actividades se realiza el análisis de las cuadrillas, a través de las cartas balance.

3.5. Tercera Carta Balance Post Lean Construction - Tren de Actividades

Tabla 20 Carta Balance Tren de Actividades Post Lean Construction - Acero Vertical

	ACERO VERTICAL						LEYENDA	
Tiempo (minuto)	OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD 1	AYUD 2	AYUD 3		
1	1	5	2	16	20	20	TP	
2	1	5	2	16	20	1	1	colocar acero vertical
3	1	5	2	8	20	1	2	cortar alambres para amarrar
4	1	6	15	8	20	1	3	amarrar el acero con alambre
5	1	6	15	8	20	1	4	apuntalar la armadura
6	1	6	15	8	20	1		
7	1	6	15	1	1	1	TC	
8	1	11	15	1	1	1	5	Leer los planos
9	1	11	15	1	12	20	6	Limpiar la zona de trabajo
10	1	11	15	1	12	20	7	Charla de actividades a realizar
11	1	11	12	2	12	1	8	Transporte
12	11	11	12	2	12	1	9	aplomado de la armadura
13	11	11	12	2	12	1	10	colocar dados de concreto
14	20	15	13	2	13	1	11	Buscar herramientas
15	20	15	13	2	13	1	12	medir el acero
16	20	15	13	15	13	1	13	cortar el acero
17	20	11	13	15	13	1	14	doblar el acero
18	20	11	13	15	13	1		
19	20	11	13	15	15	1	TNC	
20	20	11	1	15	15	17	15	Esperas
21	20	11	1	14	15	17	16	Tomar bebida
22	20	15	1	14	15	17	17	Servicios higiénicos
23	20	15	1	14	15	14	18	trabajos rehechos
24	20	15	14	14	1	14	19	Refrigerio
25	20	1	14	14	1	14	20	Viajes innecesarios
26	11	1	14	14	1	14		
27	11	1	14	14	1	14		
28	11	1	14	3	1	14		
29	11	15	20	3	1	1		
30	11	1	20	3	1	1		
31	3	1	2	3	20	1		
32	3	1	2	3	20	1		
33	3	20	2	3	20	15		

Tiempo	OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD 1	AYUD 2	AYUD 3
34	3	20	2	3	20	15
35	3	3	2	3	11	3
36	3	3	5	3	11	3
37	14	3	5	3	11	3
38	14	3	5	6	3	3
39	14	3	5	6	3	3
40	14	3	15	6	11	3
41	14	20	15	6	11	3
42	14	20	15	6	11	3
43	14	20	15	6	11	3
44	14	8	3	6	11	3
45	14	8	3	16	11	11
46	14	8	3	16	11	11
47	14	8	3	16	20	11
48	14	8	3	16	20	20
49	14	8	8	16	20	20
50	14	8	8	15	20	20
51	20	8	8	11	20	20
52	20	8	8	11	3	20
53	14	8	8	11	3	3
54	14	8	8	11	3	3
55	14	8	8	11	3	3
56	14	3	8	11	3	3
57	14	3	8	15	3	3
58	14	3	8	15	3	3
59	14	3	8	15	3	3
60	14	3	8	15	3	3

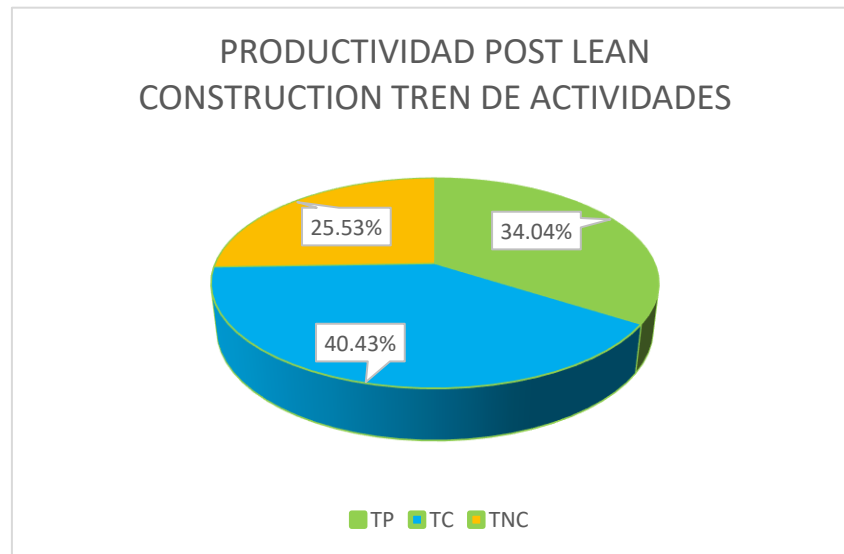
Se realizará el procesamiento de la data, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 21 Resumen de Productividad - Tren de Actividades

TP	TC	TNC
34.04%	40.43%	25.53%

Al terminar la toma de datos de 60 minutos para la carta balance post lean construction del tren de actividades para la partida de acero vertical hemos obtenido un tiempo productivo de 34.04% un valor relativamente superior a los obtenidos en el pre lean construction y del tomado en la segunda carta balance correspondiente a la sectorización, por otro lado, los tiempos contributivos y no contributivos han disminuido, pero no el rango que nos permita tener valores admisibles según la tabla obtenida en la investigación de Ghío (2012).

Figura 17 Productividad Post Lean Construction - Tren de Actividades



Se adjunta en los anexos las cartas balances post lean construction de la sectorización de las partidas de acero, encofrado y desencofrado y vaciado de concreto. Estos valores obtenidos hasta la realización de los trenes de actividades son muy superiores al promedio de 20 edificaciones del estudio realizado por Ghío (2011) y similares a los obtenidos en otras investigaciones como la de Morales y Galeas (2006) lo cual nos permite tener un punto de comparación para poder identificar si se está avanzando de manera correcta.

3.6. Circuito Fiel

Una vez culminado la sectorización y realizado la tercera toma de datos de cartas balance se procederá a realizar el circuito Fiel lo que nos permitirá conocer si es que se está trabajando con un número de personas adecuado, para las diferentes actividades, para la realización de este proceso se hará en dos puntos uno el que será la toma de datos inicialmente es decir con las cuadrillas existentes dentro de la obra y en el cual se evaluará si son adecuadas y de no ser el caso se hará un redimensionamiento de tal manera que se permita tener mejoras de los tiempos de trabajo (tiempo productivo, tiempo contributivo y disminuir tiempos no contributivos), tener en cuenta que este proceso se realiza durante 12 semanas de las cuales

las semanas en la que se realizó está toma de datos tiene como inicio la semana 7 y su efectividad se ve a partir de la semana 8 en adelante.

Tabla 22 Circuito Fiel - Acero Vertical – Pre Lean Construction

Actividad	Acero Vertical
N° Personas	24
Horas Diarias	9
Kg/hh	1.55

Día	58	59	60	61	62	63	64	65
HH	216.00	216.00	216.00	216.00	216.00	216.00	216.00	216.00
HH _{acum}	12528.00	12744.00	12960.00	13176.00	13392.00	13608.00	13824.00	14040.00
Met _{día}	Kg	1001.15	1294.71	1596.73	1655.55	1740.63	1001.15	1294.71
Met _{acum}	Kg	84573.80	85868.51	87465.24	89120.79	90861.42	91862.57	93157.28
Rend _{día}	hh / Kg	0.22	0.17	0.14	0.13	0.12	0.22	0.17
Rend _{acum}	hh / Kg	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Rend _{pres}	hh / Kg	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08

		BUFFER				
		1	2	3	4	5
Dif. Rend.	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07	-0.07
Dif. hh	-5962.78	-6046.34	-6123.09	-6258.99	-6371.42	-6459.68

Al realizar nuestro circuito fiel podemos denotar que si continuamos con la cantidad de personal de nuestras 04 cuadrillas actuales tendremos pérdidas considerables de existir

Tabla 23 Circuito Fiel Acero Vertical - Post Lean Construction

Actividad	Acero Vertical
N° Personas	16
Horas Diarias	9
Kg/hh	1.55

Día	58	59	60	61	62	63	64	65
HH	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00	144.00
HH _{acum}	8352.00	8496.00	8640.00	8784.00	8928.00	9072.00	9216.00	9360.00
Met _{día}	Kg	1001.15	1294.71	1596.73	1655.55	1740.63	1001.15	1294.71
Met _{acum}	Kg	84573.80	85868.51	87465.24	89120.79	90861.42	91862.57	93157.28
Rend _{día}	hh / Kg	0.14	0.11	0.09	0.09	0.08	0.14	0.11
Rend _{acum}	hh / Kg	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Rend _{pres}	hh / Kg	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08

		BUFFER				
		1	2	3	4	5
Dif. Rend.	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
Dif. hh	-1642.78	-1654.34	-1659.09	-1722.99	-1763.42	-1779.68

retrasos de los metrados programados realizados en nuestra sectorización es por ello que necesitamos redimensionar nuestras cuadrillas.

Como podemos apreciar con la reducción de personal hemos reducidos costos, pero todavía seguimos teniendo pérdidas esto se debe a que el valor del rendimiento presupuestal es un valor demasiado bajo y que no se adecua con la cantidad de metrado que se va a realizar por día para poder llegar a lo establecido por nuestra sectorización, para la realización de estos trabajos se tendrán cuatro cuadrillas cada una conformada por: 02 Operarios y 02 Ayudantes.

Tabla 24 Circuito Fiel Acero Horizontal - Pre Lean Construction

Actividad	Encofrado Vertical
N° Personas	28
Horas Diarias	8

Día		60	61	62	63	64	65
HH		224.00	224.00	224.00	224.00	224.00	224.00
HH _{acum}		13440.00	13664.00	13888.00	14112.00	14336.00	14560.00
Met _{día}	m2	802.56	2397.83	818.41	1973.60	2216.22	2300.97
Met _{acum}	m2	105095.90	107493.73	108312.14	110285.74	112501.96	114802.93
Rend _{día}	hh / m2	0.28	0.09	0.27	0.11	0.10	0.10
Rend _{acum}	hh / m2	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
Rend _{pres}	hh / m2	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08

BUFFER					
	1	2	3	4	5
-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05
-5032.33	-5064.50	-5223.03	-5289.14	-5335.84	-5375.77

Tenemos valores elevados de pérdidas de existir retrasos dentro del proyecto con los metrados establecidos en la sectorización se optó por la reducción del personal ya que en nuestra segunda carta balance post lean tenemos personal que tiene bajos tiempos productivos y elevados tiempos no contributivos, realizando esta reducción se obtuvo la siguiente tabla la cual nos permitir reducir la cantidad de horas de exceso que tendríamos de

continuar con las cuadrillas existentes cabe destacar que dentro de nuestra nueva distribución

buscamos reducir los tiempos no contributivos de las partidas de la investigación.

Tabla 25 Circuito Fiel Acero Horizontal - Post Lean Construction

Actividad	Acero Horizontal
N° Personas	20
Horas Diarias	8
Kg/hh	1.55

Día		59	60	61	62	63	64	65
HH		160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00	160.00
HH _{acum}		9440.00	9600.00	9760.00	9920.00	10080.00	10240.00	10400.00
Met _{día}	Kg	2300.97	802.56	2397.83	818.41	1973.60	2216.22	2300.97
Met _{acum}	Kg	104293.34	105095.90	107493.73	108312.14	110285.74	112501.96	114802.93
Rend _{día}	hh / Kg	0.07	0.20	0.07	0.20	0.08	0.07	0.07
Rend _{acum}	hh / Kg	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Rend _{pres}	hh / Kg	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08

		BUFFER				
		1	2	3	4	5
Dif. Rend.	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
Dif. hh	-1192.33	-1160.50	-1255.03	-1257.14	-1239.84	-1215.77

Se está considerando reducir el personal con la finalidad de minimizar costos de mano de obra que a través de la segunda carta balance realizada denotamos que eran innecesarios, por otro lado, se optó que, aunque genere perdidas es la más óptima para cumplir con los requerimientos de nuestra sectorización, la cuadrilla que hemos seleccionado será conformada por: 02 Operarios, 01 Oficial y 02 Ayudantes.

Tabla 26 Circuito Fiel Encofrado Vertical - Pre Lean Construction

Actividad	Encofrado Vertical
N° Personas	15
Horas Diarias	8

Día		59	60	61	62	63	64	65
HH		120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
HH _{acum}		7080.00	7200.00	7320.00	7440.00	7560.00	7680.00	7800.00
Met _{día}	m2	96.49	111.25	66.66	128.58	64.24	62.89	96.49
Met _{acum}	m2	5189.85	5301.10	5367.76	5496.34	5560.58	5623.47	5719.96
Rend _{día}	hh / m2	1.24	1.08	1.80	0.93	1.87	1.91	1.24
Rend _{acum}	hh / m2	1.36	1.36	1.36	1.35	1.36	1.37	1.36
Rend _{pres}	hh / m2	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11

		BUFFER				
		1	2	3	4	5
Dif. Rend.	-0.25	-0.25	-0.24	-0.25	-0.26	-0.25
Dif. hh	-1315.78	-1361.79	-1339.06	-1387.76	-1437.95	-1450.84

Se tiene en campo 03 cuadrillas de 05 trabajadores, pero con la nueva sectorización realizada hemos reducidos los sectores y los metrados así que el exceso de personal genera mayores tiempos no contributivos y exceso de tiempos para la realización de las actividades aumentando la cantidad de costos.

Tabla 27 Circuito Fiel Encofrado Vertical - Post Lean Construction

Actividad	Encofrado Vertical
N° Personas	9
Horas Diarias	8

Día		59	60	61	62	63	64	65
HH		72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00	72.00
HH _{acum}		4248.00	4320.00	4392.00	4464.00	4536.00	4608.00	4680.00
Met _{día}	m2	96.49	111.25	66.66	128.58	64.24	62.89	96.49
Met _{acum}	m2	5189.85	5301.10	5367.76	5496.34	5560.58	5623.47	5719.96
Rend _{día}	hh / m2	0.75	0.65	1.08	0.56	1.12	1.14	0.75
Rend _{acum}	hh / m2	0.82	0.81	0.82	0.81	0.82	0.82	0.82
Rend _{pres}	hh / m2	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11

		BUFFER				
		1	2	3	4	5
Dif. Rend.	0.30	0.29	0.30	0.29	0.29	0.29
Dif. hh	1564.22	1566.21	1636.94	1636.24	1634.05	1669.16

Al tener un rendimiento elevado para las partidas de encofrado dentro de los análisis de precios unitarios del presupuesto se tiene un margen favorable que nos permitirán tener un margen de horas por si se tienen retrasos dentro del proyecto por lo cual se evaluó que para

Tabla 28 Circuito Fiel Lean Construction Encofrado Horizontal - Pre Lean Construction

Actividad	Encofrado Horizontal
N° Personas	15
Horas Diarias	8

Día		59	60	61	62	63	64	65
HH		120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
HH _{acum}		7080.00	7200.00	7320.00	7440.00	7560.00	7680.00	7800.00
Met _{día}	m2	117.55	39.84	159.17	49.97	116.10	132.56	117.55
Met _{acum}	m2	6112.06	6151.90	6311.07	6361.04	6477.14	6609.70	6727.25
Rend _{día}	hh / m2	1.02	3.01	0.75	2.40	1.03	0.91	1.02
Rend _{acum}	hh / m2	1.16	1.17	1.16	1.17	1.17	1.16	1.16
Rend _{pres}	hh / m2	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05

		BUFFER				
		1	2	3	4	5
Dif. Rend.	-0.12	-0.11	-0.12	-0.12	-0.11	-0.11
Dif. hh	-740.50	-693.38	-760.91	-759.00	-739.81	-736.39

un correcto desempeño es necesario tener cuadrillas de 03 trabajadores siendo estos: 02 Operarios y 01 Ayudante.

Al tener un exceso de personal cuando se realizan las actividades se generan mayor cantidad de horas de trabajo, lo que genera pérdidas altas para el contratista es por ello que necesario redimensionar cuadrillas que nos permitan ajustar los valores.

Tabla 29 Circuito Fiel Encofrado Horizontal - Post Lean Construction

Actividad	Encofrado Horizontal
N° Personas	12
Horas Diarias	8

Día		59	60	61	62	63	64	65
HH		96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00
HH _{acum}		5664.00	5760.00	5856.00	5952.00	6048.00	6144.00	6240.00
Met _{día}	m2	117.55	39.84	159.17	49.97	116.10	132.56	117.55
Met _{acum}	m2	6112.06	6151.90	6311.07	6361.04	6477.14	6609.70	6727.25
Rend _{día}	hh / m2	0.82	2.41	0.60	1.92	0.83	0.72	0.82
Rend _{acum}	hh / m2	0.93	0.94	0.93	0.94	0.93	0.93	0.93
Rend _{pres}	hh / m2	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05

		BUFFER				
		1	2	3	4	5
Dif. Rend.	0.11	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12
Dif. hh	699.50	770.62	727.09	753.00	796.19	823.61

Al redistribuir las cuadrillas nos permitirá reducir los tiempos no contributivos de las partidas por otro lado, tenemos un margen de tiempo de por motivos externos a la obra se generen retrasos.

Tabla 30 Circuito Fiel Concreto Vertical - Pre Lean Construction

Actividad	Concreto Vertical
N° Personas	8
Horas Diarias	8

Día		59	60	61	62	63	64	65
HH		64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00
HH _{acum}		3776.00	3840.00	3904.00	3968.00	4032.00	4096.00	4160.00
Met _{día}	m3	7.45	9.51	6.28	9.63	7.90	7.17	7.45
Met _{acum}	m3	469.89	479.40	485.68	495.31	503.21	510.38	517.83
Rend _{día}	hh / m3	8.59	6.73	10.19	6.65	8.10	8.93	8.59
Rend _{acum}	hh / m3	8.04	8.01	8.04	8.01	8.01	8.03	8.03
Rend _{pres}	hh / m3	6.98	6.98	6.98	6.98	6.98	6.98	6.98

		BUFFER				
		1	2	3	4	5
Dif. Rend.	-1.03	-1.06	-1.03	-1.03	-1.05	-1.05
Dif. hh	-493.79	-513.95	-510.74	-519.59	-533.55	-545.55

Teniendo en cuenta los datos obtenidos tras realizar el circuito fiel de la partida en las condiciones actuales de la obra podemos apreciar que es necesario realizar cambios que nos permitan reducir tiempo no contributorios que se obtuvo de nuestra segunda carta balance post lean construction

Tabla 31 Circuito Fiel Concreto Vertical - Post Lean Construction

Actividad	Concreto Vertical
N° Personas	6
Horas Diarias	8

Día		59	60	61	62	63	64	65
HH		48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00
HH _{acum}		2832.00	2880.00	2928.00	2976.00	3024.00	3072.00	3120.00
Met _{día}	m3	7.45	9.51	6.28	9.63	7.90	7.17	7.45
Met _{acum}	m3	469.89	479.40	485.68	495.31	503.21	510.38	517.83
Rend _{día}	hh / m3	6.44	5.05	7.64	4.98	6.08	6.69	6.44
Rend _{acum}	hh / m3	6.03	6.01	6.03	6.01	6.01	6.02	6.03
Rend _{pres}	hh / m3	6.98	6.98	6.98	6.98	6.98	6.98	6.98

		BUFFER				
		1	2	3	4	5
Dif. Rend.	0.97	0.95	0.97	0.97	0.96	0.95
Dif. hh	466.21	462.05	481.26	488.41	490.45	494.45

Hemos optado en este caso por utilizar cuadrillas de 03 trabajadores ya que los metrados necesarios no son tan altos los que nos permitirá poder con lo establecido en la sectorización, en este caso se realizará con 01 Operario y 02 Ayudante.

Tabla 32 Circuito Fiel Concreto Horizontal - Pre Lean Construction

Actividad	Concreto Horizontal
N° Personas	6
Horas Diarias	8

Día		59	60	61	62	63	64	65
HH		48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00	48.00
HH _{acum}		5632.00	5680.00	5728.00	5776.00	5824.00	5872.00	5920.00
Met _{día}	m3	21.44	19.78	19.05	17.87	19.01	18.24	21.44
Met _{acum}	m3	1134.12	1153.90	1172.95	1190.82	1209.83	1228.07	1249.51
Rend _{día}	hh / m3	2.24	2.43	2.52	2.69	2.52	2.63	2.24
Rend _{acum}	hh / m3	5.45	5.40	5.35	5.31	5.27	5.23	5.18
Rend _{pres}	hh / m3	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72

		BUFFER				
		1	2	3	4	5
Dif. Rend.	0.32	0.37	0.41	0.45	0.49	0.54
Dif. hh	370.31	431.27	485.49	546.23	602.56	677.20

Como se puede observar al realizar el circuito fiel con la cuadrilla que se tiene en campo dentro de la obra se obtendrán un significativo valor de horas excedentes lo que genera costos adicionales, es por ello y con apoyo de las cartas balance se realiza la disminución de personal de las cuadrillas de trabajo.

Tabla 33 Circuito Fiel Concreto Horizontal - Post Lean Construction

Actividad	Concreto Horizontal
N° Personas	12
Horas Diarias	8

Día		60	61	62	63	64	65
HH		96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00
HH _{acum}		6688.00	6784.00	6880.00	6976.00	7072.00	7168.00
Met _{día}	m3	19.78	19.05	17.87	19.01	18.24	21.44
Met _{acum}	m3	1153.90	1172.95	1190.82	1209.83	1228.07	1249.51
Rend _{día}	hh / m3	4.85	5.04	5.37	5.05	5.26	4.48
Rend _{acum}	hh / m3	5.80	5.78	5.78	5.77	5.76	5.74
Rend _{pres}	hh / m3	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72	5.72

BUFFER					
	1	2	3	4	5
-0.08	-0.06	-0.06	-0.05	-0.04	-0.02
-87.69	-74.73	-68.51	-55.77	-47.44	-20.80

Al reducir la cantidad de personal de cuadrilla lo que buscamos es aumentar los tiempos contributivos y productivos del personal que se quedará por otro lado, nos permite reducir los costos adicionales que se generan por el exceso de personal en nuestra cuadrilla en este caso hemos optado por una cuadrilla conformada por 04 Operarios y 02 Ayudantes. Una vez culminada la toma de datos de las 12 semanas en evaluación pasaremos a realizar el análisis de porcentaje de plan cumplido, ratio de productividad y CPI que nos permitirán conocer la influencia en la productividad de la mano de obra a través de cuadros estadísticos que nos permitan comparar como estos porcentajes van aumentando de acuerdo al pasar de las semanas analizadas en función de que se van utilizando herramientas de lean Construction como la sectorización, tren de actividades, el circuito fiel y analizándose cada vez que se introducía cada una de las herramientas con las cartas balance.

3.7. Cuarta Carta Balance Post Lean Construction – Circuito Fiel

Tabla 34 Carta Balance Post Lean Construction Circuito Fiel - Acero Vertical

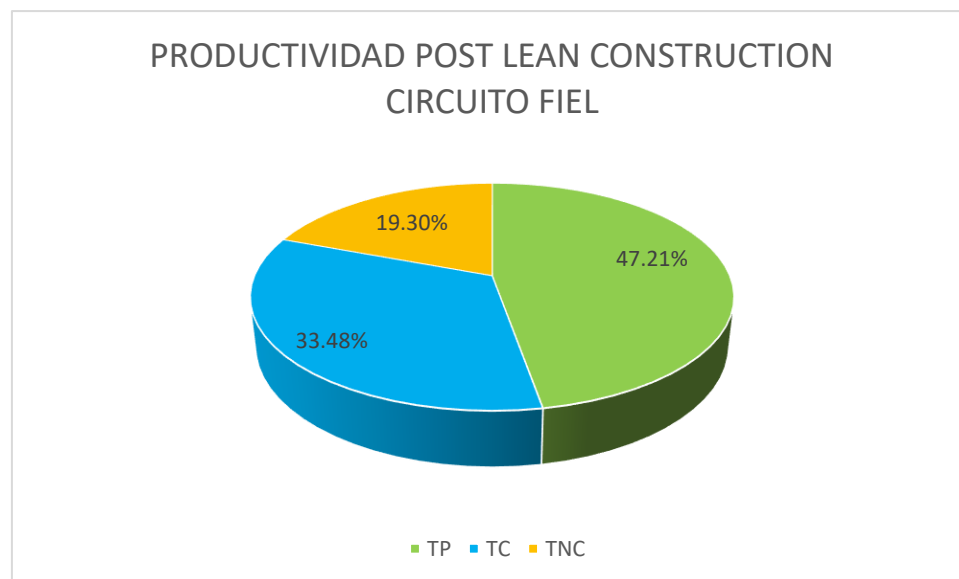
	ACERO VERTICAL				LEYENDA	
Tiempo (minuto)	OPER 1	OPER 2	AYUD 1	AYUD 2		
1	1	5	1	6	TP	
2	1	5	1	20	1	colocar acero vertical
3	1	5	1	20	2	cortar alambres para amarrar
4	1	15	20	6	3	amarrar el acero con alambre
5	1	11	20	6	4	apuntalar la armadura
6	1	11	20	6		
7	1	11	20	6	TC	
8	1	1	20	6	5	Leer los planos
9	1	1	2	6	6	Limpiar la zona de trabajo
10	1	1	2	6	7	Charla de actividades a realizar
11	1	8	2	6	8	Transporte
12	1	1	20	20	9	aplomado de la armadura
17	1	1		20	10	colocar dados de concreto
18	1	1	2	20	11	Buscar herramientas
19	1	15	2	20	12	medir el acero
20	1	15	2	2	13	cortar el acero
21	6	3	8	2	14	doblar el acero
22	6	3	8	2		
23	6	3	8	20	TNC	
13	6	3	8	2	15	Esperas
14	6	3	8	2	16	Tomar bebida
15	6	3	8	2	17	Servicios higiénicos
16	6	3	20	20	18	trabajos rehechos
24	6	3	20	20	19	Refrigerio
25	6	3	20	20	20	Viajes innecesarios
26	6	3	8	6		
27	3	3	8	6		
28	3	3	8	6		
29	3	3	8	3		
30	3	3	8	3		
31	3	3	8	3		
32	11	3	3	3		
33	11	15	3	3		
34	11	15	3	15		
35	11	15	3	15		
36	11	3	3	15		
37	11	3	3	15		
38	11	3	15	15		

Tiempo (minuto)	OPER 1	OPER 2	AYUD 1	AYUD 2
39	11	3	15	3
40	11	3	15	3
41	3	3	3	3
42	3	3		3
43	3	3	10	3
44	3	3	10	16
45	3	3	10	4
46	3	3	10	4
47	8	15	16	4
48	8	15	10	4
49	8	15	10	9
50	3	15	10	9
51	8	8	4	9
52	8	8	4	9
53	8	4	4	9
54	8	4	4	9
55	15	4	4	9
56	15	4	4	9
57	15	17	4	9
58	15	17	4	9
59	15	4	4	9
60	15	4	10	9

Tabla 35 Resumen de Productividad Post Lean Construction - Circuito Fiel

TP	TC	TNC
47.21%	33.48%	19.30%

Figura 18 Resumen de Productividad Circuito Fiel



3.8. Porcentaje de Plan Cumplido

Una vez culminado la 04 toma de datos del circuito fiel se procederá a realizar el porcentaje de plan cumplido del personal durante las 12 semanas de evaluación, denotando así las mejoras que se han obtenido a lo largo de esta investigación

Tabla 36 Porcentaje de Plan Cumplido - Semana 01 Pre Lean Construction

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 01										
ACTIVIDAD - TAREA	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO SEMANA 01									
	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
ESTRUCTURAS - SEMANA 1										
FRENTE II										
Encofrado Vertical	x	80%	x	81%	x	84%	x	83%	x	81%
Encofrado Horizontal	x	79%	x	78%	x	77%	x	76%	x	82%
Acero Vertical	x	75%	x	77%	x	72%	x	74%	x	76%
Acero Horizontal										
Concreto Vertical	x	82%	x	84%	x	84%	x	83%	x	81%
Concreto Horizontal							x		x	
PPC DIARIO	Día 1	Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		
	79%	80%		79%		79%		80%		
PPC SEMANAL	79%									

Causas de Incumplimiento	
Dia 1	Falta de Materiales en los frentes de trabajo
Dia 2	Demoró en las deliberaciones, para realizar la actividad
Dia 3	Rehacer actividades
Dia 4	Atraso de entrega de trazos por parte de topografía
Dia 5	Mayores traslados de material, para realizar actividades

Como podemos apreciar en la primera semana a la cual se le ha denominado estudio pre-lean construction estamos obteniendo un PPC de 79% de avance del total programado esto debido a que se tenía que rehacer actividades, falta de materiales y uno de los más importante es la falta de frente de trabajos ya que como se explica línea arriba en esta investigación en un inicio sólo existía 03 sectores de trabajo, lo que se realizó durante las 12 semanas fue la

toma de datos que permitirían ver la influencia en la productividad bajo el enfoque lean construction, respecto a la toma de datos las 02 primeras semanas constituyen a las semanas pre – lean las 03 siguientes semanas a los cambios que genera la sectorización; las 03 semanas siguientes corresponden al tren de actividades y las 04 últimas a la evaluación del circuito fiel.

Tabla 37 Porcentaje de Plan Cumplido - Semana 02 Pre Lean Construction

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 02										
ACTIVIDAD - TAREA	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO SEMANA 02									
	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
ESTRUCTURAS - SEMANA 2										
FRENTE II										
Encofrado Vertical	x	81%	x	82%	x	83%	x	82%	x	84%
Encofrado Horizontal	x	80%	x	81%	x	83%	x	78%	x	82%
Acero Vertical	x	75%	x	79%	x	76%	x	77%	x	74%
Acero Horizontal	x	72%	x	74%	x	76%	x	77%	x	75%
Concreto Vertical	x	84%	x	81%	x	83%	x	83%	x	84%
Concreto Horizontal	x	78%	x	81%	x	83%	x	82%	x	83%
PPC DIARIO	Día 1	Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		
	78%	80%		81%		80%		80%		
PPC SEMANAL	80%									

Causas de Incumplimiento	
Dia 1	La grúa torre tuvo desperfectos mecánicos
Dia 2	Demoró en las deliberaciones, para realizar la actividad
Dia 3	Rehacer actividades
Dia 4	Falta de Frentes de trabajos
Dia 5	Mayores traslados de material, para realizar actividades

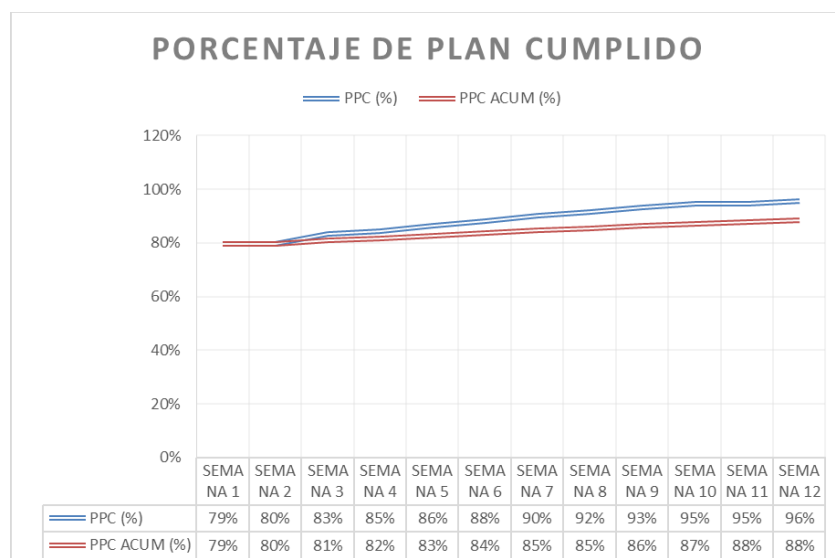
Como podemos apreciar en el inicio de las actividades pre- lean construction se contaba con un porcentaje de plan cumplido de un promedio de 80% de PPC, lo que, en términos económicos, para el contratista genera mayores gastos de mano de obra, para la culminación de las actividades. Se colocará en los anexos de la evaluación de PPC de la semana 3 a la semana 12. Por otro lado se presentará un cuadro resumen de los porcentajes de plan

cumplido por semana, en la que podremos evaluar la influencia en la productividad de la mano obra si se utiliza herramienta lean construction como la sectorización y el tren de actividades que tienen la finalidad de balancear las cargas de trabajo (avances semanales) de los diferentes frentes de trabajo, el circuito fiel que permite comparar estadísticamente el costo del realizar una partida según la cantidad de personas que estén realizando las actividades y por último las cartas balance que nos permitirán evaluar los tiempos productivos, contributorios y no contributorios de la mano de obra. Se adjunta cuadro resumen de las semanas evaluadas.

Tabla 38 Resumen de semanas de Porcentaje de Plan Cumplido

SEMANA	PPC (%)	PPC ACUM (%)
SEMANA 1	79%	79%
SEMANA 2	80%	80%
SEMANA 3	83%	81%
SEMANA 4	85%	82%
SEMANA 5	86%	83%
SEMANA 6	88%	84%
SEMANA 7	90%	85%
SEMANA 8	92%	85%
SEMANA 9	93%	86%
SEMANA 10	95%	87%
SEMANA 11	95%	88%
SEMANA 12	96%	88%

Figura 19 Resumen Porcentaje de Plan Cumplido



Como podemos apreciar a medida que se aplican las herramientas de lean construction en los procesos constructivos del encofrado, colocación de acero y vaciado de concreto se ve la influencia en la productividad de la mano de obra de la filosofía lean construction.

3.9.Productividad, Ratios de Productividad y CPI

Con apoyo de los registros de avances semanales de la obra se realizó una tabla que nos permita comparar los metrados propuestos en la sectorización con lo ejecutado en campo, la cantidad de horas propuestas para el desarrollo de actividades y las cantidades reales para la realización de actividades por último con el CPI lo que se busca es comparar la relación entre los ratios de productividad de tal manera que con ese valor podamos saber el estado del proyecto, por ejemplo si nuestro valor de CPI es igual a 1 quiere decir que nuestro proyecto está siguiendo el curso de la programación, pero si este valor es inferior a 1 quiere decir que no estamos cumpliendo con lo establecido en nuestra programación y presupuesto, por ultimo si el valor es mayor a 1 quiere decir que estamos haciendo mayores metrado a lo programado.

Tabla 39 Programación Semanal - Semana 01

PRESUPUESTO META					REPORTE SEMANA 1				
ITEM	DESCRIPCION	UND.	RATIO. META	PRODUC. META	PRODUC. REAL	REAL (HH)	RATIO REAL.	META (HH)	CPI
01	ACERO	kg	0.08	19609.51	6806.75	665.70	0.098	727.99	0.818
01.01	ACERO VERTICAL	kg	0.08	9099.93	6806.75	665.70	0.098	727.99	0.818
01.02	ACERO HORIZONTAL	kg	0.08	10509.58					
02	ENCOFRADO Y DESDENCOFRADO	m2	1.08	1145.30	915.94	1256.68	1.372	1234.37	0.766
02.01	ENCOFRADO VERTICAL	m2	1.11	530.11	433.63	596.51	1.376	588.42	0.784
02.02	ENCOFRADO HORIZONTAL	m2	1.05	615.19	482.31	660.17	1.369	645.95	0.748
03	CONCRETO	m3	6.35	163.33	39.70	346.00	8.715	334.69	0.828
03.01	CONCRETO VERTICAL	m3	6.98	47.95	39.70	346.00	8.715	334.69	0.828
03.02	CONCRETO HORIZONTAL	m3	5.72	115.38					

Denotamos que en la semana el porcentaje de CPI del acero tiene un valor de 0.818, para el encofrado tenemos un CPI promedio de 0.766 y para los trabajos de concreto vertical de 0.782 valores inferiores a 1 lo que nos indica que vamos a tener sobrecostos de mano de obra para la realización de las actividades si comparamos los gastos con lo establecido en el presupuesto de obra, a continuación se mostrará la programación de la semana 2 de la obra cabe destacar que estas dos tablas corresponden a la tomada de datos pre lean construction es decir con las cuadrillas existentes y divididas en tres frentes de trabajo en la cual no se aplica ninguna de las herramientas de lean construction.

Tabla 40 Programación Semanal - Semana 02

PRESUPUESTO META					REPORTE SEMANA 2				
ITEM	DESCRIPCION	UND.	RATIO. META	PRODUC. META	PRODUC. REAL	REAL (HH)	RATIO REAL.	META (HH)	CPI
01	ACERO	kg	0.08	19609.51	14795.31	1451.55	0.098	1568.76	0.816
01.01	ACERO VERTICAL	kg	0.080	9099.93	6934.15	673.22	0.097	727.99	0.824
01.02	ACERO HORIZONTAL	kg	0.080	10509.58	7861.17	778.33	0.099	840.77	0.808
02	ENCOFRADO Y DESDENCOFRADO	m2	1.08	1145.30	933.88	1334.06	1.430	1234.37	0.755
02.01	ENCOFRADO VERTICAL	m2	1.110	530.11	436.81	636.30	1.457	588.42	0.762
02.02	ENCOFRADO HORIZONTAL	m2	1.050	615.19	497.07	697.76	1.404	645.95	0.748
03	CONCRETO	m3	6.35	163.33	133.72	994.66	7.718	994.66	0.822
03.01	CONCRETO VERTICAL	m3	6.980	47.95	39.80	334.69	8.410	334.69	0.830
03.02	CONCRETO HORIZONTAL	m3	5.720	115.38	93.92	659.97	7.027	659.97	0.814

Como podemos apreciar en esta semana ya se completaron las actividades tales como el acero horizontal y el vaciado de concreto horizontal que no se tenía en la semana 01. Por otro lado, se tiene CPI similares a la semana 01, para el acero se tiene un valor de CPI de 0.816, para el encofrado y desencofrado un valor de 0.755 y para el concreto un valor de 0.822 esto quiere decir que no estamos dentro del rango establecido según los datos

obtenidos del presupuesto y de los análisis de costos unitarios por lo tanto se puede concluir a finales de la semana 02 si se continua con estos CPI para las actividades se van a general gastos mayores para el contratista durante la ejecución del casco de la obra (trabajos de colocación de acero, encofrado y vaciado de concreto). Se colocará en anexos de la semana 3 a la semana 12 la programación, se muestra a continuación un resumen de las 12 semanas evaluados de las ratios de productividad semanales, acumulados y los porcentajes de CPI para los trabajos de colocación de acero, encofrado y vaciado de concreto.

Tabla 41 Resumen Ratio de Productividad y CPI del Acero

RATIO DE PRODUCTIVIDAD Y CPI "ACERO"			
SEMANA	RATIO META	RATIO REAL	CPI
1	0.08	0.098	0.818
2	0.08	0.098	0.816
3	0.08	0.095	0.844
4	0.08	0.094	0.85
5	0.08	0.092	0.869
6	0.08	0.091	0.882
7	0.08	0.089	0.898
8	0.08	0.088	0.913
9	0.08	0.085	0.943
10	0.08	0.085	0.945
11	0.08	0.085	0.942
12	0.08	0.083	0.959

Figura 20 Ratio de Productividad "Acero"

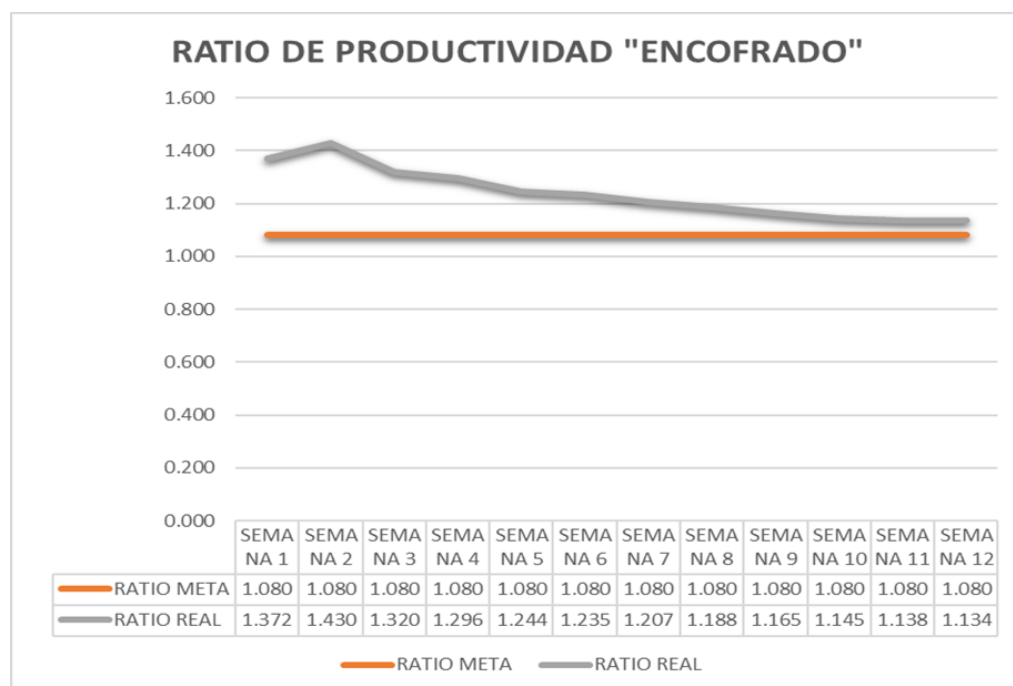


Como podemos apreciar se realiza la comparación de las ratios de productividad de las 12 semanas de trabajo lo que nos permite verificar que a partir de la semana 7 tenemos ratios de productividad favorables que nos permiten estar cerca de los valores presupuestados si trabajamos bajo un enfoque lean construction. Se realizó el mismo procedimiento para las partidas de encofrado y desencofrado obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 42 Resumen Ratio de Productividad y CPI "Encofrado y Desencofrado"

RATIO DE PRODUCTIVIDAD Y CPI "ENCOFRADO Y DESENCOFRADO"			
SEMANA	RATIO META	RATIO REAL	CPI
1	1.080	1.372	0.787
2	1.080	1.43	0.755
3	1.080	1.32	0.818
4	1.080	1.296	0.834
5	1.080	1.244	0.868
6	1.080	1.235	0.874
7	1.080	1.207	0.895
8	1.080	1.188	0.909
9	1.080	1.165	0.927
10	1.080	1.145	0.943
11	1.080	1.138	0.949
12	1.080	1.134	0.952

Figura 21 Ratio de Productividad Encofrado y Desencofrado

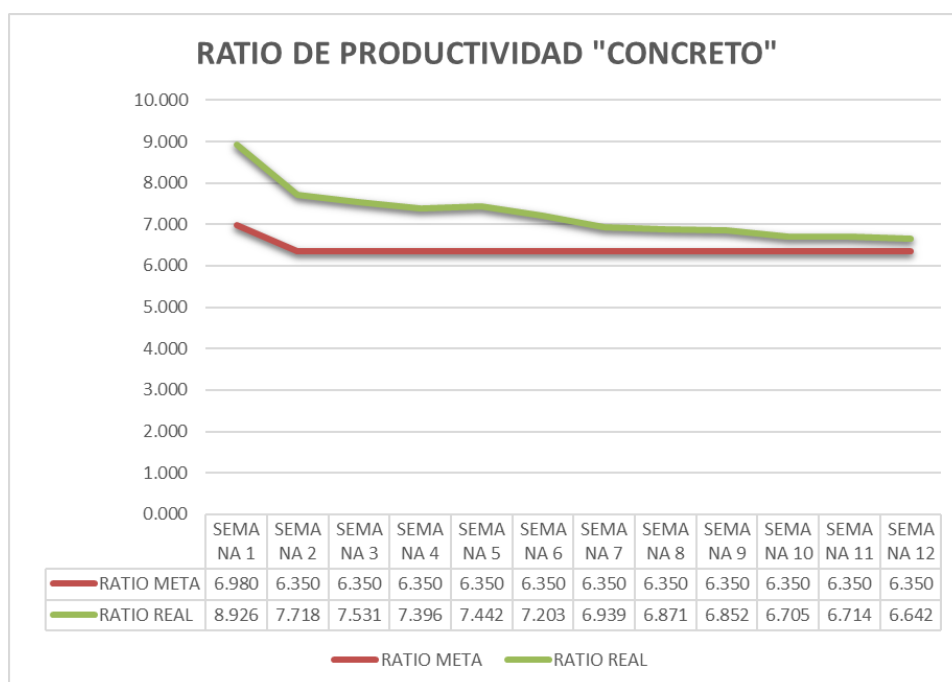


Para las partidas de encofrado y desencofrado tenemos un CPI inicial de 0.787 y al culminar las 12 semanas de evaluación tenemos un CPI de 0.952 lo cual nos indica que se tiene una influencia significativa las herramientas del lean construction en la productividad de la mano de obra según lo que podemos apreciar en la gráfica mostrada. Por último, se realizará un cuadro resumen de las 12 semanas de evaluación de la programación para las partidas de concreto obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 43 Resumen Ratio de Productividad y CPI del "Concreto"

RATIO DE PRODUCTIVIDAD Y CPI "CONCRETO"			
SEMANA	RATIO META	RATIO REAL	CPI
1	6.980	8.926	0.782
2	6.350	7.718	0.823
3	6.350	7.531	0.843
4	6.350	7.396	0.859
5	6.350	7.442	0.853
6	6.350	7.203	0.882
7	6.350	6.939	9.15
8	6.350	6.871	0.924
9	6.350	6.852	0.927
10	6.350	6.705	0.947
11	6.350	6.714	0.946
12	6.350	6.642	0.956

Figura 22 Ratio de Productividad "Concreto"



Por último, para las partidas de concreto en un inicio se tenía un CPI de 0.782 y al finalizar 0.956 esto debido a que durante las 12 semanas de evaluación se van implementado de manera estratégica las herramientas de lean construction que nos permitan mejorar de manera significativa la productividad de la mano de obra cabe destacar que para el caso de las 03 actividades (colocación de acero, encofrado y vaciado de concreto), no se tiene un CPI igual a 1 debido a la cantidad de semana evaluadas es decir si seguíamos realizando la evaluación durante 5 o 6 semanas más se alcanzaría a dicho número y posteriormente se superaría ese valor.

3.10. Prueba de la Hipótesis

“La gestión de la construcción bajo el enfoque de la filosofía Lean Construction influye positiva y significativamente en la productividad de la mano de obra en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.”

El procedimiento a seguir para la validación de las hipótesis es la siguiente, primero se va realizar la prueba de normalidad para determinar si los datos presentan una distribución normal o no, según el tamaño de muestra. Si los datos presentan una distribución normal corresponde realizar una prueba paramétrica, de lo contrario se realizará una prueba paramétrica utilizando la prueba de Wilcoxon.

3.10.1. Prueba de la hipótesis específica 1

Hipótesis de la investigación:

“La productividad de la mano de obra mejora positiva y significativamente al incluir el parámetro espacio en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.”

Hipótesis estadística para el Trabajo Productivo (TP)

Ho: El trabajo productivo de la mano de obra no mejora al incluir el parámetro espacio en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Ha: El trabajo productivo de la mano de obra mejora al incluir el parámetro espacio en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Nivel de confianza: 95%

Nivel de significancia: 5% ($\alpha = 0.05$)

Prueba de normalidad

Para la presente investigación se ha considerado una muestra de 42 cuadrillas, por lo tanto, para determinar la normalidad de los datos nos basaremos a los resultados de la prueba de Kolmogorok – Smirnov que se utiliza para muestras grandes mayor a 30.

Criterios:

- Si el valor de la prueba obtenido es mayor igual que el nivel de significancia, entonces los datos presentan una distribución normal.
- Si el valor de la prueba obtenido es menor que el nivel de significancia, entonces los datos no presentan una distribución normal.

Teniendo en cuenta estos criterios, se procede a utilizar el SPSS v. 25 para la prueba de normalidad, obteniendo los siguientes resultados:

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,193	42	,000	,925	42	,009
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Claramente se puede observar que el valor de la prueba es menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$); entonces se puede concluir que los datos no presentan una distribución normal; por ende, corresponde realizar una prueba no paramétrica como la de Wilcoxon.

Decisión estadística

Haciendo uso del software SPSS v.25 para determinar el valor estadístico de la probabilidad se obtuvieron los siguientes resultados:

Estadísticos de prueba ^a	
	Post_Lean_Construction_Sectorización - Pre_Lean_Construction
Z	-4,408 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000010
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Como se puede apreciar el valor de la probabilidad Sig. Asintótica(bilateral) es menor que el nivel de significancia $\alpha=0.05$; se concluye que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Ha: El trabajo productivo de la mano de obra mejora al incluir el parámetro espacio en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Asimismo:

Estadísticos			
		Pre_Lean_Construction	Post_Lean_Construction_Sectorización
N	Válido	42	42
	Perdidos	0	0
Media		25,235000	28,317381

Podemos concluir con un nivel de confianza del 95% que, incluir el parámetro espacio (sectorización) mejora el Trabajo Productivo de la mano de obra, de un 25.24% a un 28.32% en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Hipótesis estadística para el Trabajo Contributorio (TC)

Ho: El Trabajo Contributorio de la mano de obra no mejora al incluir el parámetro espacio en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Ha: El Trabajo Contributorio de la mano de obra mejora al incluir el parámetro espacio en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Nivel de confianza: 95%

Nivel de significancia: 5% ($\alpha = 0.05$)

Prueba de normalidad

Para la presente investigación se ha considerado una muestra de 42 cuadrillas, por lo tanto, para determinar la normalidad de los datos nos basaremos a los resultados de la prueba de Kolmogorok – Smirnov que se utiliza para muestras grandes mayor a 30.

Criterios:

- Si el valor de la prueba obtenido es mayor igual que el nivel de significancia, entonces los datos presentan una distribución normal.
- Si el valor de la prueba obtenido es menor que el nivel de significancia, entonces los datos no presentan una distribución normal.

Teniendo en cuenta estos criterios, se procede a utilizar el SPSS v. 25 para la prueba de normalidad, obteniendo los siguientes resultados:

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,167	42	,005	,848	42	,000
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Claramente se puede observar que el valor de la prueba es menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$); entonces se puede concluir que los datos no presentan una distribución normal; por ende, corresponde realizar una prueba no paramétrica como la de Wilcoxon.

Decisión estadística

Haciendo uso del software SPSS v.25 para determinar el valor estadístico de la probabilidad se obtuvieron los siguientes resultados:

Estadísticos de prueba ^a	
	Post_Lean_Construction_Sectorización - Pre_Lean_Construction
Z	-4,958 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000001
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos positivos.	

Como se puede apreciar el valor de la probabilidad Sig. Asintótica(bilateral) es menor que el nivel de significancia $\alpha=0.05$; se concluye que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Ha: El Trabajo Contributorio de la mano de obra mejora al incluir el parámetro espacio en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Asimismo:

Estadísticos			
		Pre_Lean_Construction	Post_Lean_Construction_Sectorización
N	Válido	42	42
	Perdidos	0	0
Media		40,255952	34,063333

Podemos concluir con un nivel de confianza del 95% que, incluir el parámetro espacio (sectorización) mejora el Trabajo Contributorio de la mano de obra al disminuir de un 40.26 % a un 34.06%.

Hipótesis estadística para el Trabajo No Contributorio (TNC)

Ho: El Trabajo No Contributorio de la mano de obra no mejora al incluir el parámetro espacio en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Ha: El Trabajo No Contributorio de la mano de obra mejora al incluir el parámetro espacio en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Nivel de confianza: 95%

Nivel de significancia: 5% ($\alpha = 0.05$)

Prueba de normalidad

Para la presente investigación se ha considerado una muestra de 42 cuadrillas, por lo tanto, para determinar la normalidad de los datos nos basaremos a los resultados de la prueba de Kolmogorok – Smirnov que se utiliza para muestras grandes mayor a 30.

Criterios:

- Si el valor de la prueba obtenido es mayor igual que el nivel de significancia, entonces los datos presentan una distribución normal.
- Si el valor de la prueba obtenido es menor que el nivel de significancia, entonces los datos no presentan una distribución normal.

Teniendo en cuenta estos criterios, se procede a utilizar el SPSS v. 25 para la prueba de normalidad, obteniendo los siguientes resultados:

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pre_Lean_Construction	,085	42	,200 [*]	,936	42	,021
Post_Lean_Construction _Sectorización	,115	42	,187	,959	42	,141
Diferencia	,131	42	,048	,896	42	,001

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Claramente se puede observar que el valor de la prueba es menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$); entonces se puede concluir que los datos no presentan una distribución normal; por ende, corresponde realizar una prueba no paramétrica como la de Wilcoxon.

Decisión estadística

Haciendo uso del software SPSS v.25 para determinar el valor estadístico de la probabilidad se obtuvieron los siguientes resultados:

Estadísticos de prueba ^a	
	Post_Lean_Construction_Sectorización - Pre_Lean_Construction
Z	-3,464 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,068
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Como se puede apreciar el valor de la probabilidad Sig. Asintótica(bilateral) es mayor que el nivel de significancia $\alpha=0.05$; por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

Ho: El Trabajo Contributorio de la mano de obra no mejora al incluir el parámetro espacio en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Asimismo:

Estadísticos			
		Pre_Lean_Construction	Post_Lean_Construction_Sectorización
N	Válido	42	42
	Perdidos	0	0
Media		34,509524	37,619524

Podemos concluir con un nivel de confianza del 95% que, incluir el parámetro espacio (sectorización) no mejora el Trabajo No Contributorio de la mano de obra ya que aumenta de un 34.50 % a un 37.62%.

3.10.2. Prueba de la hipótesis específica 2

Hipótesis de la investigación:

“La productividad de la mano de obra mejora positiva y significativamente al incluir el parámetro tiempo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.”

Hipótesis estadística para el Trabajo Productivo (TP)

Ho: El trabajo productivo de la mano de obra no mejora al incluir el parámetro tiempo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Ha: El trabajo productivo de la mano de obra mejora al incluir el parámetro tiempo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Nivel de confianza: 95%

Nivel de significancia: 5% ($\alpha = 0.05$)

Prueba de normalidad

Para la presente investigación se ha considerado una muestra de 42 cuadrillas, por lo tanto, para determinar la normalidad de los datos nos basaremos a los resultados de la prueba de Kolmogorok – Smirnov que se utiliza para muestras grandes mayor a 30.

Criterios:

- Si el valor de la prueba obtenido es mayor igual que el nivel de significancia, entonces los datos presentan una distribución normal.
- Si el valor de la prueba obtenido es menor que el nivel de significancia, entonces los datos no presentan una distribución normal.

Teniendo en cuenta estos criterios, se procede a utilizar el SPSS v. 25 para la prueba de normalidad, obteniendo los siguientes resultados:

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Sectorización_Lean_Construction	,109	42	,200*	,978	42	,580
Post_Trenes_de_trabajo_Lean_Construction	,138	42	,042	,933	42	,016
Diferencia	,172	42	,003	,901	42	,002

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Claramente se puede observar que el valor de la prueba es menor que el nivel de significancia

($\alpha=0.05$); entonces se puede concluir que los datos no presentan una distribución normal; por ende, corresponde realizar una prueba no paramétrica como la de Wilcoxon.

Decisión estadística

Haciendo uso del software SPSS v.25 para determinar el valor estadístico de la probabilidad se obtuvieron los siguientes resultados:

Estadísticos de prueba ^a	
	Post_Trenes _de_trabajo_ Lean_Constr uction - Sectorización _Lean_Const ruction
Z	-5,058 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,0000004
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Como se puede apreciar el valor de la probabilidad Sig. Asintótica(bilateral) es menor que el nivel de significancia $\alpha=0.05$; se concluye que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Ha: El trabajo productivo de la mano de obra mejora al incluir el parámetro tiempo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Asimismo:

Estadísticos			
		Sectorización _Lean_Const ruction	Post_Trenes _de_trabajo_ Lean_Constr uction
N	Válido	42	42
	Perdidos	0	0
Media		28,317381	34,037381

Podemos concluir con un nivel de confianza del 95% que, incluir el parámetro tiempo (Trenes de Trabajo) mejora el Trabajo Productivo de la mano de obra, de un 28.32% a un 34.04% en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Hipótesis estadística para el Trabajo Contributorio (TC)

Ho: El Trabajo Contributorio de la mano de obra no mejora al incluir el parámetro tiempo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Ha: El Trabajo Contributorio de la mano de obra mejora al incluir el parámetro tiempo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Nivel de confianza: 95%

Nivel de significancia: 5% ($\alpha = 0.05$)

Prueba de normalidad

Para la presente investigación se ha considerado una muestra de 42 cuadrillas, por lo tanto, para determinar la normalidad de los datos nos basaremos a los resultados de la prueba de Kolmogorok – Smirnov que se utiliza para muestras grandes mayor a 30.

Criterios:

- Si el valor de la prueba obtenido es mayor igual que el nivel de significancia, entonces los datos presentan una distribución normal.
- Si el valor de la prueba obtenido es menor que el nivel de significancia, entonces los datos no presentan una distribución normal.

Teniendo en cuenta estos criterios, se procede a utilizar el SPSS v. 25 para la prueba de normalidad, obteniendo los siguientes resultados:

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Sectorización_Lean_Construction	,128	42	,081	,931	42	,014
Post_Trenes_de_trabajo_Lean_Construction	,150	42	,018	,926	42	,010
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Claramente se puede observar que el valor de la prueba es menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$); entonces se puede concluir que los datos no presentan una distribución normal; por ende, corresponde realizar una prueba no paramétrica como la de Wilcoxon.

Decisión estadística

Haciendo uso del software SPSS v.25 para determinar el valor estadístico de la probabilidad se obtuvieron los siguientes resultados:

Estadísticos de prueba ^a	
	Post_Trenes _de_trabajo_ Lean_Constr uction - Sectorización _Lean_Const ruction
Z	-4,995 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,058000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Como se puede apreciar el valor de la probabilidad Sig. Asintótica(bilateral) es mayor que el nivel de significancia $\alpha=0.05$; se concluye que se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna.

H₀: El Trabajo Contributorio de la mano de obra no mejora al incluir el parámetro tiempo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Asimismo:

Estadísticos			
		Sectorización _Lean_Const ruction	Post_Trenes _de_trabajo_ Lean_Constr uction
N	Válido	42	42
	Perdidos	0	0
Media		34,063333	40,428333

Podemos concluir con un nivel de confianza del 95% que, incluir el parámetro tiempo (Trenes de Trabajo) no mejora el Trabajo Contributorio de la mano de obra al aumentar de un 34.06 % a un 40.43%.

Hipótesis estadística para el Trabajo No Contributorio (TNC)

Ho: El Trabajo No Contributorio de la mano de obra no mejora al incluir el parámetro tiempo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Ha: El Trabajo No Contributorio de la mano de obra mejora al incluir el parámetro tiempo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Nivel de confianza: 95%

Nivel de significancia: 5% ($\alpha = 0.05$)

Prueba de normalidad

Para la presente investigación se ha considerado una muestra de 42 cuadrillas, por lo tanto, para determinar la normalidad de los datos nos basaremos a los resultados de la prueba de Kolmogorok – Smirnov que se utiliza para muestras grandes mayor a 30.

Criterios:

- Si el valor de la prueba obtenido es mayor igual que el nivel de significancia, entonces los datos presentan una distribución normal.
- Si el valor de la prueba obtenido es menor que el nivel de significancia, entonces los datos no presentan una distribución normal.

Teniendo en cuenta estos criterios, se procede a utilizar el SPSS v. 25 para la prueba de normalidad, obteniendo los siguientes resultados:

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,169	42	,007	,852	42	,000
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Claramente se puede observar que el valor de la prueba es menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$); entonces se puede concluir que los datos no presentan una distribución normal; por ende, corresponde realizar una prueba no paramétrica como la de Wilcoxon.

Decisión estadística

Haciendo uso del software SPSS v.25 para determinar el valor estadístico de la probabilidad se obtuvieron los siguientes resultados:

Estadísticos de prueba ^a	
	Post_Lean_Construction_T renes_de_Trabajo - Post_Lean_Construction_S ectorización
Z	-5,470 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos positivos.	

Como se puede apreciar el valor de la probabilidad Sig. Asintótica(bilateral) es menor que el nivel de significancia $\alpha=0.05$; se concluye que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

Ha: El Trabajo No Contributorio de la mano de obra mejora al incluir el parámetro tiempo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Asimismo:

Estadísticos			
		Post_Lean_Construction_S ectorización	Post_Lean_Construction_T renes_de_Trabajo
N	Válido	42	42
	Perdidos	0	0
Media		37,619524	25,534286

Podemos concluir con un nivel de confianza del 95% que, incluir el parámetro tiempo (Trenes de Trabajo) mejora el Trabajo No Contributorio de la mano de obra al disminuir de un 37.62 % a un 25.53%.

3.10.3. Prueba de la hipótesis específica 3

Hipótesis de la investigación:

“La productividad de la mano de obra mejora positiva y significativamente al incluir el parámetro costo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.”

Hipótesis estadística para el Trabajo Productivo (TP)

Ho: El trabajo productivo de la mano de obra no mejora al incluir el parámetro costo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Ha: El trabajo productivo de la mano de obra mejora al incluir el parámetro costo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Nivel de confianza: 95%

Nivel de significancia: 5% ($\alpha = 0.05$)

Prueba de normalidad

Para la presente investigación se ha considerado una muestra de 42 cuadrillas, por lo tanto, para determinar la normalidad de los datos nos basaremos a los resultados de la prueba de Kolmogorok – Smirnov que se utiliza para muestras grandes mayor a 30.

Criterios:

- Si el valor de la prueba obtenido es mayor igual que el nivel de significancia, entonces los datos presentan una distribución normal.
- Si el valor de la prueba obtenido es menor que el nivel de significancia, entonces los datos no presentan una distribución normal.

Teniendo en cuenta estos criterios, se procede a utilizar el SPSS v. 25 para la prueba de normalidad, obteniendo los siguientes resultados:

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Post_Lean_Construction_Trenes_de_Trabajo	,138	42	,042	,933	42	,016
Post_Lean_Construction_Circuito_Fiel	,097	42	,200*	,967	42	,262
Diferencia	,139	42	,040	,955	42	,094

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Claramente se puede observar que el valor de la prueba es menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$); entonces se puede concluir que los datos no presentan una distribución normal; por ende, corresponde realizar una prueba no paramétrica como la de Wilcoxon.

Decisión estadística

Haciendo uso del software SPSS v.25 para determinar el valor estadístico de la probabilidad se obtuvieron los siguientes resultados:

Estadísticos de prueba ^a	
	Post_Lean_Construction_Circuito_Fiel - Post_Lean_Construction_Trenes_de_Trabajo
Z	-5,533 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos negativos.

Como se puede apreciar el valor de la probabilidad Sig. Asintótica(bilateral) es menor que el nivel de significancia $\alpha=0.05$; se concluye que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Ha: El trabajo productivo de la mano de obra mejora al incluir el parámetro costo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Asimismo:

Estadísticos			
		Post_Lean_Construction_T renes_de_Trabajo	Post_Lean_Construction_C ircuito_Fiel
N	Válido	42	42
	Perdidos	0	0
Media		34,037381	41,406429

Podemos concluir con un nivel de confianza del 95% que, incluir el parámetro costo (Circuito Fiel) mejora el Trabajo Productivo de la mano de obra, de un 34.04% a un 41.41% en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Hipótesis estadística para el Trabajo Contributorio (TC)

Ho: El Trabajo Contributorio de la mano de obra no mejora al incluir el parámetro tiempo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Ha: El Trabajo Contributorio de la mano de obra mejora al incluir el parámetro tiempo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Nivel de confianza: 95%

Nivel de significancia: 5% ($\alpha = 0.05$)

Prueba de normalidad

Para la presente investigación se ha considerado una muestra de 42 cuadrillas, por lo tanto, para determinar la normalidad de los datos nos basaremos a los resultados de la prueba de Kolmogorok – Smirnov que se utiliza para muestras grandes mayor a 30.

Criterios:

- Si el valor de la prueba obtenido es mayor igual que el nivel de significancia, entonces los datos presentan una distribución normal.
- Si el valor de la prueba obtenido es menor que el nivel de significancia, entonces los datos no presentan una distribución normal.

Teniendo en cuenta estos criterios, se procede a utilizar el SPSS v. 25 para la prueba de normalidad, obteniendo los siguientes resultados:

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,137	42	,043 [*]	,980	42	,666

a. Corrección de significación de Lilliefors

Claramente se puede observar que el valor de la prueba es menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$); entonces se puede concluir que los datos no presentan una distribución normal; por ende, corresponde realizar una prueba no paramétrica como la de Wilcoxon.

Decisión estadística

Haciendo uso del software SPSS v.25 para determinar el valor estadístico de la probabilidad se obtuvieron los siguientes resultados:

Estadísticos de prueba ^a	
	Post_Lean_Construction_Circuito_Fiel-Post_Lean_Construction_Trenes_de_Trabajo
Z	-5,646 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon
b. Se basa en rangos positivos.

Como se puede apreciar el valor de la probabilidad Sig. Asintótica(bilateral) es menor que el nivel de significancia $\alpha=0.05$; se concluye que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

Ho: El Trabajo Contributorio de la mano de obra no mejora al incluir el parámetro costo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Asimismo:

Estadísticos			
		Post_Lean_Construction_T renes_de_Trabajo	Post_Lean_Construction_C ircuito_Fiel
N	Válido	42	42
	Perdidos	0	0
Media		40,428333	33,483333

Podemos concluir con un nivel de confianza del 95% que, incluir el parámetro costo (Circuito Fiel) mejora el Trabajo Contributorio de la mano de obra al disminuir de un 40.43 % a un 33.48%.

Hipótesis estadística para el Trabajo No Contributorio (TNC)

Ho: El Trabajo No Contributorio de la mano de obra no mejora al incluir el parámetro costo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Ha: El Trabajo No Contributorio de la mano de obra mejora al incluir el parámetro costo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Nivel de confianza: 95%

Nivel de significancia: 5% ($\alpha = 0.05$)

Prueba de normalidad

Para la presente investigación se ha considerado una muestra de 42 cuadrillas, por lo tanto, para determinar la normalidad de los datos nos basaremos a los resultados de la prueba de Kolmogorok – Smirnov que se utiliza para muestras grandes mayor a 30.

Criterios:

- Si el valor de la prueba obtenido es mayor igual que el nivel de significancia, entonces los datos presentan una distribución normal.
- Si el valor de la prueba obtenido es menor que el nivel de significancia, entonces los datos no presentan una distribución normal.

Teniendo en cuenta estos criterios, se procede a utilizar el SPSS v. 25 para la prueba de normalidad, obteniendo los siguientes resultados:

Pruebas de normalidad						
Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Diferencia	,172	42	,020 [*]	,885	42	,000
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Claramente se puede observar que el valor de la prueba es menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$); entonces se puede concluir que los datos no presentan una distribución normal; por ende, corresponde realizar una prueba no paramétrica como la de Wilcoxon.

Decisión estadística

Haciendo uso del software SPSS v.25 para determinar el valor estadístico de la probabilidad se obtuvieron los siguientes resultados:

Estadísticos de prueba ^a	
	Post_Lean_Construction_Circuito_Fiel-Post_Lean_Construction_Trenes_de_Trabajo
Z	-5,369 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos positivos.	

Como se puede apreciar el valor de la probabilidad Sig. Asintótica(bilateral) es menor que el nivel de significancia $\alpha=0.05$; se concluye que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

Ha: El Trabajo No Contributorio de la mano de obra mejora al incluir el parámetro costo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Asimismo:

Estadísticos			
		Post_Lean_Construction_T renes_de_Trabajo	Post_Lean_Construction_C ircuito_Fiel
N	Válido	42	42
	Perdidos	0	0
Media		25,534286	25,110238

Podemos concluir con un nivel de confianza del 95% que, incluir el parámetro costo (Circuito Fiel) mejora el Trabajo No Contributorio de la mano de obra al disminuir de un 25.53% a un 25.11%.

3.10.4. Prueba de la hipótesis general

Hipótesis de la investigación:

“La gestión de la construcción bajo el enfoque de la filosofía Lean Construction influye positiva y significativamente en la productividad de la mano de obra en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.”

Hipótesis estadística para el Trabajo Productivo (TP)

Ho: El trabajo productivo de la mano de obra no mejora al incluir la gestión de la construcción bajo el enfoque de la filosofía Lean Construction en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Ha: El trabajo productivo de la mano de obra mejora al incluir la gestión de la construcción bajo el enfoque de la filosofía Lean Construction en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Nivel de confianza: 95%

Nivel de significancia: 5% ($\alpha = 0.05$)

Prueba de normalidad

Para la presente investigación se ha considerado una muestra de 42 cuadrillas, por lo tanto, para determinar la normalidad de los datos nos basaremos a los resultados de la prueba de Kolmogorok – Smirnov que se utiliza para muestras grandes mayor a 30.

Criterios:

- Si el valor de la prueba obtenido es mayor igual que el nivel de significancia, entonces los datos presentan una distribución normal.
- Si el valor de la prueba obtenido es menor que el nivel de significancia, entonces los datos no presentan una distribución normal.

Teniendo en cuenta estos criterios, se procede a utilizar el SPSS v. 25 para la prueba de normalidad, obteniendo los siguientes resultados:

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,137	42	,043 [*]	,985	42	,852
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Claramente se puede observar que el valor de la prueba es menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$); entonces se puede concluir que los datos no presentan una distribución normal; por ende, corresponde realizar una prueba no paramétrica como la de Wilcoxon.

Decisión estadística

Haciendo uso del software SPSS v.25 para determinar el valor estadístico de la probabilidad se obtuvieron los siguientes resultados:

Estadísticos de prueba ^a	
	Post_Lean_Construction - Pre_Lean_Construction
Z	-5,645 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Como se puede apreciar el valor de la probabilidad Sig. Asintótica(bilateral) es menor que el nivel de significancia $\alpha=0.05$; se concluye que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Ha: El trabajo productivo de la mano de obra mejora al incluir la gestión de la construcción bajo el enfoque de la filosofía Lean Construction en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Asimismo:

Estadísticos			
		Pre_Lean_Construction	Post_Lean_Construction
N	Válido	42	42
	Perdidos	0	0
Media		25,235000	41,406429

Podemos concluir con un nivel de confianza del 95% que, incluir la gestión de la construcción bajo el enfoque de la filosofía Lean Construction mejora el Trabajo Productivo de la mano de obra aumentando de un 25.24% a un 41.41%.

Hipótesis estadística para el Trabajo Contributorio (TC)

Ho: El trabajo contributorio de la mano de obra no mejora al incluir la gestión de la construcción bajo el enfoque de la filosofía Lean Construction en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Ha: El trabajo contributorio de la mano de obra mejora al incluir la gestión de la construcción bajo el enfoque de la filosofía Lean Construction en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Nivel de confianza: 95%

Nivel de significancia: 5% ($\alpha = 0.05$)

Prueba de normalidad

Para la presente investigación se ha considerado una muestra de 42 cuadrillas, por lo tanto, para determinar la normalidad de los datos nos basaremos a los resultados de la prueba de Kolmogorok – Smirnov que se utiliza para muestras grandes mayor a 30.

Criterios:

- Si el valor de la prueba obtenido es mayor igual que el nivel de significancia, entonces los datos presentan una distribución normal.
- Si el valor de la prueba obtenido es menor que el nivel de significancia, entonces los datos no presentan una distribución normal.

Teniendo en cuenta estos criterios, se procede a utilizar el SPSS v. 25 para la prueba de normalidad, obteniendo los siguientes resultados:

Pruebas de normalidad		
Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl Sig.
Diferencia	,142	42 ,043 [*]
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.		
a. Corrección de significación de Lilliefors		

Claramente se puede observar que el valor de la prueba es menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$); entonces se puede concluir que los datos no presentan una distribución normal; por ende, corresponde realizar una prueba no paramétrica como la de Wilcoxon.

Decisión estadística

Haciendo uso del software SPSS v.25 para determinar el valor estadístico de la probabilidad se obtuvieron los siguientes resultados:

Estadísticos de prueba^a	
	Post_Lean_Construction - Pre_Lean_Construction
Z	-4,483 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos positivos.	

Como se puede apreciar el valor de la probabilidad Sig. Asintótica(bilateral) es menor que el nivel de significancia $\alpha=0.05$; se concluye que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Ha: El trabajo contributorio de la mano de obra mejora al incluir la gestión de la construcción bajo el enfoque de la filosofía Lean Construction en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Asimismo:

Estadísticos			
		Pre_Lean_Construction	Post_Lean_Construction
N	Válido	42	42
	Perdidos	0	0
Media		40,255952	33,483333

Podemos concluir con un nivel de confianza del 95% que, incluir la gestión de la construcción bajo el enfoque de la filosofía Lean Construction mejora el Trabajo Contributorio de la mano de obra disminuyendo de un 40.26% a un 33.48%.

Hipótesis estadística para el Trabajo No Contributorio (TNC)

Ho: El trabajo no contributorio de la mano de obra no mejora al incluir la gestión de la construcción bajo el enfoque de la filosofía Lean Construction en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Ha: El trabajo no contributorio de la mano de obra mejora al incluir la gestión de la construcción bajo el enfoque de la filosofía Lean Construction en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Nivel de confianza: 95%

Nivel de significancia: 5% ($\alpha = 0.05$)

Prueba de normalidad

Para la presente investigación se ha considerado una muestra de 42 cuadrillas, por lo tanto, para determinar la normalidad de los datos nos basaremos a los resultados de la prueba de Kolmogorok – Smirnov que se utiliza para muestras grandes mayor a 30.

Criterios:

- Si el valor de la prueba obtenido es mayor igual que el nivel de significancia, entonces los datos presentan una distribución normal.
- Si el valor de la prueba obtenido es menor que el nivel de significancia, entonces los datos no presentan una distribución normal.

Teniendo en cuenta estos criterios, se procede a utilizar el SPSS v. 25 para la prueba de normalidad, obteniendo los siguientes resultados:

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia	,190	42	,000 [*]	,980	42	,008
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Claramente se puede observar que el valor de la prueba es menor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$); entonces se puede concluir que los datos no presentan una distribución normal; por ende, corresponde realizar una prueba no paramétrica como la de Wilcoxon.

Decisión estadística

Haciendo uso del software SPSS v.25 para determinar el valor estadístico de la probabilidad se obtuvieron los siguientes resultados:

Estadísticos de prueba ^a	
	Post_Lean_Construction - Pre_Lean_Construction
Z	-4,795 ^b
Sig. asintótica(bilateral)	,000
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos positivos.	

Como se puede apreciar el valor de la probabilidad Sig. Asintótica(bilateral) es menor que el nivel de significancia $\alpha=0.05$; se concluye que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

Ha: El trabajo no contributivo de la mano de obra mejora al incluir la gestión de la construcción bajo el enfoque de la filosofía Lean Construction en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.

Asimismo:

Estadísticos			
		Pre_Lean_Construction	Post_Lean_Construction
N	Válido	42	42
	Perdidos	0	0
Media		34,509524	25,110238

Podemos concluir con un nivel de confianza del 95% que, incluir la gestión de la construcción bajo el enfoque de la filosofía Lean Construction mejora el Trabajo No Contributorio de la mano de obra disminuyendo de un 34.51% a un 25.11%.

CAPÍTULO IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES

4.1.Discusiones

De los resultados obtenidos dentro de esta investigación podemos denotar lo siguiente:

- La sectorización (03 sectores) propuesta por el contratista para la realización de la construcción era errónea ya que según su programación deberían a ver estado en el piso cinco y solo se había ejecutado los dos primeros pisos, por cual nosotros proponemos es realizar una nueva sectorización (06 sectores) y con ello balancear las partidas que generan mayores retrasos en la construcción siendo estas encofrado, ferrería y vaciado de concreto.
- Por otro lado, nuestro tren de actividades propuesto permite culminar en 05 días un piso de la construcción lo que genera culminar los trabajos de la construcción en 22 semanas.
- Según las visitas in situ realizadas a la obra podríamos observar las cuadrillas designadas para las distintas actividades, ello nos sirvió de base para poder realizar nuestro circuito fiel, para la realización de dicho circuito hemos usado nuestro tren de actividades y con ello poder obtener las cantidades de ganancias o pérdidas que se obtendrían si continuamos con esas cuadrillas arrojándonos los siguientes valores para cada partida.
 - Encofrado vertical: La cuadrilla de 7 trabajadores propuesta por el contratista arrojaba una pérdida de S/3,752.00 soles y si tuviéramos un retraso de 5 días esto aumentaría a S/ 5,903.00 soles lo que genera grandes pérdidas para la constructora es por ello que se reajusto dicha cuadrilla a 5 trabajadores lo que nos permitía tener una ganancia de

S/3,621.00 soles y si tuviéramos un retraso de 5 días sería S/ 2,085.00 soles

- Encofrado horizontal: La cuadrilla de 7 trabajadores asignada por el contratista para esta partida generaría pérdidas de S/. 2,563.00 soles y si tenemos un retraso de 5 días esta sería de S/. 5,318.00 soles, por ello se reajusto la cuadrilla a 6 trabajadores de tal manera cuando se culmine los trabajos de esta actividad se tendría ganancias de S/2,239.00 soles y una pérdida de S/. 123.00 soles si tenemos un retraso de 05 días en esta actividad
- Acero vertical: Respecto a esta partida el proyectista tenía una cuadrilla de 8 trabajadores al término de esta partida las pérdidas serían de S/. 8,318.00 soles y si es que tenemos un retraso de 05 días nuestra pérdida aumentaría en S/ 11,582.00 soles siendo este un monto elevado por ello es necesario reajustar dicha cuadrilla a 6 trabajadores que nos permitan tener una ganancia mínima.
- Acero horizontal: Para esta partida se consideraron 09 trabajadores al término de la actividad se tenía una pérdida de S/. 8,445.00 soles si culminamos en la fecha programada y si tenemos con un retraso de 05 días este monto aumentaría a S/. 12,203.00 soles si reajustamos dicha cuadrilla a 06 trabajadores tendríamos una ganancia de S/. 6,839.00 soles y si es que tuviéramos contratiempos y no se culminara en la fecha estimadas estas ganancias disminuirían hasta S/. 4,334.00 soles siendo este un valor considerable.

- Vaciado de concreto vertical: Para esta partida la cuadrilla asumida por el contratista de 05 trabajadores generaba ganancias por lo que se optó con continuar para nuestro análisis con dicha cuadrilla.
- Vaciado de concreto horizontal: Para esta partida la cuadrilla asumida por el contratista de 12 trabajadores generaba ganancias por lo que se optó con continuar para nuestro análisis con dicha cuadrilla.
- Una vez realizado nuestro circuito fiel pasamos a la realización de las cartas balance los que nos permite tener una idea para determinar los porcentajes de ocupación del tiempo para realizar una actividad y con ello hallar el número óptimo de obreros en cada cuadrilla, obteniendo los siguientes resultados:
 - Encofrado vertical: Para esta partida antes de realizar nuestro reajuste propuesto con el circuito fiel de la cuadrilla nuestros valores arrojados para los porcentajes de ocupación de tiempo son: 22% de TC, 37.56% TC y 40% TNC, corroborando las pérdidas que se generan al trabajar con esta cuadrilla con nuestro reajuste propuesto estos valores son: TP 41%, TC 40% y TNC 20% con ello podemos afirmar que los cambios propuesto en el circuito fiel generan mejores rendimientos de la cuadrilla y a la vez ganancias para la cuadrilla propuesta.
 - Encofrado horizontal: Para esta partida con la cuadrilla existente tenía un porcentaje de ocupación de tiempo de: 25% TP, 42% TC y 33% TNC, lo que nos muestra que tenemos pérdidas considerables, por otro lado, al reajustar la cuadrilla estos valores de porcentaje de ocupación de tiempo son: TP 41%, TC 43% y TNC 16% vemos que los porcentajes de ocupación de tiempo mejoran y con ello la productividad de la cuadrilla

- Acero vertical: Si continuamos con la cuadrilla propuesta por el contratista los porcentajes de ocupación de tiempo son: TP:21% TC:38% y TNC:41%, podemos apreciar que si continuamos con esta cuadrilla tendremos pérdidas considerables. Por otro lado, al reajustar la cuadrilla obtenemos que: TP 54%, TC 30% y 16%, siendo esta una partida crítica tener los porcentajes de ocupación de tiempo de trabajos productivos y contributorio en porcentaje alto quiere decir que nuestro reajuste de cuadrilla es el idóneo.
- Acero horizontal: En esta partida los porcentajes de ocupación de tiempo son: TP 22%, TC 38% y 40% TNC, lo que corrobora nuestros datos del circuito fiel es por ello es que es necesario realizar reajustes en la cuadrilla de esta partida al realizar dichos ajustes estos valores son: TP 54%, TC 29% y TNC 18% siendo esta una partida crítica y que genera mayores pérdidas si es que se generan retrasos en los plazos redimensionar la cuadrilla nos generan mayor productividad de nuestra cuadrilla redimensionada.
- Vaciado de concreto vertical: Nuestro circuito fiel nos arrojó ganancia al culminar la actividad a tiempo, al realizar la carta balance los valores arrojados son los siguientes: 47% TP, 27% TC y 26% TNC siendo estos valores aceptables para la realización esta actividad.
- Comparando nuestro resultado con los obtenidos por Buleje (2012) podemos observar que en las partidas de acero horizontal en la obra de su investigación tienen un tiempo productivo 53% y un 18% de tiempo no contributorio por lo que se recomienda al igual que en nuestro caso mayor supervisión en estos trabajos con la finalidad de reducir los tiempos ociosos que se producen.

- Compartimos la filosofía propuesta por Guzmán (2014) en su investigación que nos dice que las fases más importantes en la filosofía lean es la programación (tren de actividades) ya que si está se encuentra correctamente formulada generará mejoras para la obra.
- Al igual que Pons (2014) pensamos que el sistema de gestión tradicional está más focalizado en los procesos constructivo que en las exigencias de los usuarios y consumidores del proyecto en la actualidad estos últimos son cada vez más exigentes y tienen una mayor información por lo que demandan mayor calidad a un menor precio, por lo que se requiere una mayor competitividad por parte de las empresas, siendo una herramienta para poder realizarlo la filosofía Lean Construction.
- Podemos comprobar al igual de lo que dice Asencios (2017), que la productividad realizada en este caso en evaluaciones semanales es un factor que nos permite identificar si nuestro programación o tren de actividades es idónea para nuestro proyecto, ya que nos permite tener un panorama de lo que está aconteciendo en proyecto en función a valores preestablecido (rendimientos promedios utilizados por ejemplo de la revistas costos).

4.2.Conclusiones

- El uso de las Cartas Balance nos permite ver de manera general y específica las actividades que realiza cada cuadrilla según las actividades, primero se realiza una base de datos en campo para luego procesarlas con el Excel, obteniendo gráficas que nos faciliten el entendimiento de lo que se está midiendo en valores porcentuales, además se usa apoyo para realizar el circuito fiel; ya que, se puede visualizar qué trabajador no está aportando lo necesario en una cuadrilla para redimensionarla.

- Cuando se realiza la primera toma de datos para las Cartas balance se identifican todas las actividades que generan desperdicios y luego se brinda una charla para los trabajadores de tal manera que puedan levantar dichas restricciones y mejorar la velocidad de producción para la siguiente toma de datos posterior al redimensionamiento de las cuadrillas.
- Se puede observar que cuando se tomó la primera base de datos obtuvimos en General un TP de 32.99%, un TC de 34.59%, y un TNC de 32.41 %; luego del redimensionamiento de cuadrillas con el circuito fiel se pudo notar la diferencia obteniendo un 49.69 % de TP, 31.75% de TC, y un 18.56% de TNC. Logrando reducir los trabajos que generen desperdicios en el factor tiempo.
- Dentro de los valores obtenidos de las programaciones semanales, para las partidas de acero podemos concluir que esta partida es fundamental cuando hablamos del casco de una estructura (acero, encofrado y vaciado de concreto) ya que es de las partidas en la que se emplea más horas hombres respecto a nuestro estudio realizado podemos concluir que en las primeras semanas se tenía un rendimiento bajo debido a factores externos que no permitían un correcto avance fluido de los trabajos realizados, pero a través de la identificación de dichos inconvenientes (personal no calificado, falta de supervisión, descansos prolongados, viajes largo para traer materiales, sectorización no idónea etc.), se pueden corregir sobre el camino reduciendo así los costos de horas hombres que se utilizarán de más al realizar una actividad.
- Al evaluar la productividad semanal de las partidas de encofrado y desencofrado dentro de nuestra investigación pudimos observar en un inicio

un rendimiento inferior esto debido a que la partida está ligada directamente a la de colocación de acero entonces al tener rendimientos muy por debajo de los valores estandarizados se tiene valores bajos, por lo que al aumentar el rendimiento de las partidas de acero y al realizar correcciones dentro de los procesos de la realización que se observaron durante las semanas de análisis se pudo incrementar de manera satisfactoria los valores de rendimiento de las partidas de encofrado y desencofrado, al ver nuestra curva de productividad denotamos que nuestro valor promedio semanal es inferior al estándar esto debido a que la toma de datos solo se realizó en 12 semana, si se seguía realizando la toma este valor superaría el estandarizado ya que se tiene un avance progresivo.

- Por último se realizó la evaluación de la productividad de las partidas de concreto las cuales ya a través del circuito fiel teníamos un indicio de que se estaban ejecutando de manera correcta, tras la realización de este estudio de 12 semana corroboramos dicha hipótesis esto debido a la plena experiencia de realizar los trabajos con concreto premezclado reduciendo con ello tiempo contributorios y no contributorios de realizar el trabajo de forma clásica (mezcladora tipo trompo y winche eléctrico), de la curva de productividad obtenida podemos ver una productividad al inicio inferior a la estándar, pero al transcurso de las semanas cuando ya la productividad de las otras partidas incrementa este valor tiende a aumentar ya que se realizan mayores vaciados de concretos.

REFERENCIAS

1. Alarcon, P., & Pellicer, A. (2009). Un nuevo enfoque en la gestión: La construcción sin pérdidas. *Revista de ingeniería*, 3.
2. Botero, L. F., & Álvarez, M. (2004). Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda "Lean Construction como estrategia de Mejoramiento". *Universidad EAFIT*, 45-68.
3. Botero, L. F., & Álvarez, M. (2003). Identificación de pérdidas en el proceso productivo. *Revista Universitaria EAFIT - Sede Central*, 45-72.
4. Buleje, K. (2012). *Productividad en la construcción de un condominio aplicando la filosofía lean construction*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. doi:http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1691/BULEJE_KEN_NY_CONDOMINIO_LEAN_CONSTRUCTION.pdf?sequence=1&isAllowed=y
5. Calderon, P. (2018). Gestión de la calidad aplicando Lean construction en el proyecto local concesionario automotriz ventas y taller -Santiago de Surco, 2018", . *Tesis*. Lima.
6. Cándido, L. F., Mählmann, L. F., & Aragão de Vasconcelos, I. (2020). Evaluation of sustainable construction sites: a lean, green and well - being integrated approach. doi:<https://doi.org/10.1590/0104-530X4552-20>
7. Crespo, A. (2015). Crespo, (2015) En la tesis: Mejora de la productividad en la construcción de edificaciones en la ciudad de Quito, aplicando Lean Construction. *Tesis*. Quito, Ecuador.
8. Cruz, J. O. (2018). Guía de investigación científica. *Universidad Privada del Norte*, 31.
9. Diaz, Pablo; Quillay, Carlos; Tejada, Mariano; Perez, Martin;. (2014). *Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual*. Avances de investigación en ingeniería.
10. Ghio, V. (2011). *Guía para la innovación tecnológica en la construcción*. Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
11. Gonzales, P. (2016). *Construcción sin pérdidas: Análisis de procesos y filosofía lean construction*. Bogotá.
12. Guzmán, A. (2014). *Aplicación de la filosofía lean construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5778>
13. Guzman, C. (2006). *Edifica y su filosofía lean construction*. Lima: Revista EDIFICA.
14. Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación* (Vol. 6). McGRAW- HILL. doi:<https://www.mheducation.com/>
15. Ito, L. (2014). *Implementación de la filosofía lean construction en el proyecto " Construcción de vivienda unifamiliar de 5 pisos"*. Arequipa.

16. Luengas, C. (2009). Implementación y seguimiento de la metodología lean construction a las actividades constructivas de la obra metropolitana Business park en la empresa Marval S.A. .
17. Macroconsult. (2017). “Perspectivas del sector inmobiliario”. *Reporte económico macroconsult*.
18. Piqueras, V. (2013). ¿ Qué es LEAN Construction? *Universidad Politecnica de Valencia*. Obtenido de <http://procedimientosconstruccion.blogs.upv.es/2013/03/24/que-es-lean-construction/>.
19. Pons, P. (2014). Metodología de gestión basada en lean construction y pmbok; Para mejorar la productividad en proyectos de construcción. *Veritas*, 26.
20. Quispe, J. (17 de Mayo de 2017). Aplicación de “lean construction” para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación. Huancavelica, Perú. doi:<http://hdl.handle.net/10757/561354>
21. Salgin, B., Paz, A., & Ballard, G. (2016). Explorando la relación entre los métodos de diseño lean y la reducción de residuos de construcción y demolición: tres estudios de caso de proyectos hospitalarios en California. *Revista Ingeniería de Construcción RIC*, 3, 5-8.
22. Sullivan, L. (2009). *Glosario de Ciencias Sociales y del Comportamiento*. SAGE Publications, Inc. doi:<http://dx.doi.org/10.4135/9781412972024>
23. Valderrama, S. (2015). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica*. San Marcos.
24. Valdivia, G. (2018). *Capeco: Sector inmobiliario impulsará crecimiento de construcción*. Lima: Camara Peruana de la Construcción.
25. Watkins, J., & Sunjka, B. (2020). COMBINING GREEN BUILDING AND LEAN CONSTRUCTION TO ACHIEVE MORE SUSTAINABLE. *THE SOUTH AFRICAN JOURNAL OF INDUSTRIAL ENGINEERING*, 3-8. doi:<http://sajie.journals.ac.za/pub/article/view/2426>

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
PROBLEMÁTICA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	TIPO Y DISEÑO	POBLACIÓN Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
GENERAL	GENERAL	GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE	TIPO	POBLACIÓN	TÉCNICAS
¿En qué medida la gestión de la construcción influye en la productividad de la mano de obra bajo el enfoque de la Filosofía Lean Construction en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019?	Determinar la influencia de la gestión de la construcción en la productividad de la mano de obra bajo el enfoque de la Filosofía Lean Construction en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.	La gestión de la construcción bajo el enfoque de la filosofía Lean Construction influye positiva y significativamente en la productividad de la mano de obra en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.	GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN BAJO EL ENFOQUE DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION	Gestión del espacio	LONGITUDINAL	85 OBREROS	TOMA DE DATOS EN OBRA
				Gestión del tiempo Gestión de costos			
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE DEPENDIENTE	DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS
¿Cuál será la variación de productividad de la mano de obra incluyendo el parámetro espacio en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018-2019?	Determinar la variación de productividad de la mano de obra incluyendo el parámetro espacio en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.	La productividad de la mano de obra mejora positiva y significativamente al incluir el parámetro espacio en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.	PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA	Tiempo Productivo	NO-EXPERIMENTAL	85 OBREROS	TABLERO
¿Cuál será la variación de productividad de la mano de obra incluyendo el parámetro tiempo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018-2019?	Determinar la variación de productividad de la mano de obra incluyendo el parámetro tiempo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.	La productividad de la mano de obra mejora positiva y significativamente al incluir el parámetro tiempo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.		Tiempo Contributorio			
¿Cuál será la variación de productividad de la mano de obra incluyendo el parámetro costo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018-2019?	Determinar la variación de productividad de la mano de obra incluyendo el parámetro costo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.	La productividad de la mano de obra mejora positiva y significativamente al incluir el parámetro costo en el edificio Malecón Castilla 241, Magdalena Del Mar, 2018 - 2019.		Tiempo no Contributorio Rendimiento Ratio de Productividad			
							FORMATOS AUTOCAD EXCEL

Cartas Balance Pre Lean Construction

Tabla 44 Carta Balance Pre Lean Construction - Acero Horizontal

ACERO HORIZONTAL							LEYENDA	
OPER 1	OPER 2	OPER 3	OFI 1	OFI 2	AYUD 1	AYUD 2		
1	7	14	7	14	14	2	TP	
1	7	14	7	14	14	2	1	colocar acero horizontal
1	5	14	7	14	6	2	2	cortar alambres para amarrar
1	12	14	7	14	6	2	3	amarrar el acero con alambre
1	12	14	2	14	6	14	4	apuntalar la armadura
1	12	12	2	11	6	14		
5	12	12	2	11	6	14	TC	
5	12	12	2	11	6	3	5	Leer los planos
5	1	12	2	11	6	3	6	Limpiar la zona de trabajo
5	1	12	2	11	14	3	7	Charla de actividades a realizar
5	1	13	2	11	14	3	8	Transporte
7	1	13	2	11	14	11	9	Colocar dados de concreto
7	1	13	2	12	3	11	10	Buscar herramientas
7	1	13	19	12	3	11	11	medir el acero
7	1	15	19	12	3	11	12	cortar el acero
7	1	15	19	12	3	11	13	doblar el acero
7	14	15	19	12	3	12		
15	14	1	19	13	3	12	TNC	
4	12	1	19	13	3	12	14	Esperas
4	12	1	19	13	3	12	15	Tomar bebida
4	12	1	9	13	3	13	16	Servicios higiénicos
4	12	1	9	13	14	13	17	trabajos rehechos
4	12	16	9	14	14	13	18	Refrigerio
4	12	16	9	14	11	13	19	Viajes innecesarios
4	12	16	9	2	11	14		
4	16	16	9	2	11	14		
17	16	16	9	2	11	17		
17	16	16	9	2	11	17		
17	16	5	9	2	12	17		
13	16	5	9	2	12	17		
13	16	5	9	2	12	17		
13	4	5	9	2	12	3		
13	4	5	9	16	13	3		
13	4	7	9	16	13	3		
13	4	7	9	16	13	3		
16	4	7	9	16	14	3		
16	4	7	14	16	14	3		
16	4	7	14	16	14	3		

OPER 1	OPER 2	OPER 3	OFI 1	OFI 2	AYUD 1	AYUD 2
16	4	1	14	14	14	3
16	4	1	17	14	2	14
5	4	1	17	14	2	14
5	4	1	17	14	2	14
5	17	1	17	11	2	14
5	17	1	17	11	2	6
5	17	1	17	11	2	6
7	17	12	17	11	2	6
7	11	12	17	11	2	6
7	11	12	17	12	2	6
1	11	12	3	12	14	6
1	11	12	3	12	14	6
1	11	12	3	12	14	6
1	12	12	3	14	11	6
1	12	17	3	14	11	6
1	12	17	3	14	11	6
1	12	17	3	17	11	6
1	12	17	3	17	12	6
17	12	17	3	17	12	14
17	12	17	6	17	12	14
17	12	17	6	17	12	14
17	17	17	6	17	17	14

Una vez culminado el análisis se obtuvo el siguiente resultado:

TP	TC	TNC
26.90%	43.10%	30.00%

Tabla 45 Carta Balance Pre Lean Construction - Encofrado Vertical

ENCOFRADO VERTICAL					LEYENDA	
OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD 1	AYUD 2		
12	1	2	11	16	TP	
12	1	2	11	16		
12	1	2	11	16		
12	1	2	11	16		
4	1	2	11	16	1	colocar paneles fenólicos
4	1	2	11	16	2	colocar los bastidores
4	1	2	11	16	3	clavar
4	1	20	11	22	4	cortar moldes para el espárrago embutido
4	25	20	11	22	5	colocar espárrago
4	25	20	11	22	6	cortar las planchas de fenólicos
4	25	20	3	22	7	taladrar los fenólicos

OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD 1	AYUD 2	TP	
23	22	15	3	22	8	apuntalar el encofrado
23	22	15	3	22		
23	22	15	3	3	TC	
23	22	15	3	3	9	Armar el andamio
15	22	15	3	3	10	Colocación de desmoldante
15	22	15	3	3	11	Picar superficie
15	22	15	10	3	12	Charla de actividades a realizar
15	22	15	10	3	13	Transporte
15	22	15	10	3	14	aplomado del encofrado
15	14	8	10	3	15	medir los paneles para cortar
15	14	8	10	3	16	Limpiar la zona de trabajo
16	14	8	10	3	17	alinear el encofrado (clavar y amarrar)
16	14	8	10	21	18	quitar el nylon del encofrado
16	14	8	10	21	19	Buscar los bastidores, espárragos
14	7	8	10	21		
14	7	20	10	22	TNC	
14	7	20	10	22	20	Esperas
14	7	20	10	22	21	Tomar bebida
14	7	22	20	22	22	Servicios higiénicos
14	8	22	20	22	23	trabajos rehechos
14	8	22	20	22	24	Refrigerio
6	8	22	22	9	25	Viajes innecesarios
6	8	22	22	9		
6	8	14	22	9		
6	8	14	22	9		
6	14	14	22	9		
6	14	14	22	9		
6	14	14	22	9		
6	14	20	7	19		
6	14	20	7	19		
6	14	23	7	19		
14	14	23	7	19		
14	14	23	7	19		
14	20	23	7	19		
14	20	23	7	19		
14	20	3	7	22		
14	20	3	7	22		
14	17	3	7	22		
14	17	3	7	22		
14	17	19	7	22		
14	17	14	7	22		

OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD 1	AYUD 2
14	17	14	19	22
23	17	14	19	22
23	17	14	19	3
23	17	15	20	3
23	1	15	20	3
23	1	15	20	3
23	1	15	20	3
23	1	15	20	3
23	1	15	20	3

Donde se obtuvo el Siguiendo resultado:

Tabla 46 Resumen Carta Balance - Encofrado Vertical

TP	TC	TNC
30.67%	40.33%	29.00%

Tabla 47 Carta Balance Pre Lean Construction - Encofrado Horizontal

ENCOFRADO HORIZONTAL					LEYENDA	
OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD 1	AYUD 2		
7	12	17	3	17	TP	
7	12	17	3	17	1	colocar paneles fenólicos
7	12	17	3	17	2	colocar las viguetas
7	12	17	3	17	3	clavar
7	12	17	3	10	4	colocar los ladrillos bovedilla
7	14	17	3	10	5	nivelar el encofrado
19	14	5	3	10	6	cortar las planchas de fenólicos
19	14	5	3	10	7	Colocar soleras
19	14	5	15	10	8	Colocar bastidores
19	14	5	15	4	9	apuntalar el encofrado
19	7	5	15	4		
19	7	9	15	4	TC	
19	7	9	15	4	10	Armar el andamio
12	7	9	15	4	11	Colocación de desmoldante
12	7	9	13	4	12	Charla de actividades a realizar
12	7	9	13	4	13	Transporte
12	7	9	13	4	14	medir los paneles para cortar
12	8	9	13	4	15	Limpiar la zona de trabajo
14	8	9	16	4	16	Buscar los bastidores y soleras
14	8	10	16	4		
14	8	10	16	18	TNC	

OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD 1	AYUD 2	TNC	
14	8	10	16	18	17	Esperas
14	8	10	16	17	18	Tomar bebida
14	17	10	19	17	19	Servicios higiénicos
14	17	10	19	17	20	trabajos rehechos
14	17	11	19	11	21	Viajes innecesarios
14	17	11	19	11		
13	10	11	19	11		
13	10	11	19	11		
13	10	11	19	11		
13	10	11	19	11		
17	10	13	19	13		
17	11	13	19	13		
17	11	13	19	13		
17	11	13	19	13		
17	11	19	13	13		
17	11	19	13	13		
6	11	19	13	17		
6	1	19	13	17		
6	1	19	13	17		
6	1	19	13	17		
6	1	19	15	4		
6	1	19	15	4		
6	1	19	15	4		
6	1	16	15	4		
6	1	16	15	4		
12	1	16	15	4		
12	14	16	15	4		
12	14	16	11	19		
12	14	16	11	19		
12	13	16	11	19		
10	13	20	11	19		
10	13	20	3	19		
10	17	20	3	19		
10	17	20	3	19		
10	20	20	3	13		
10	20	20	3	13		
10	20	20	3	13		
10	20	20	3	13		
10	20	20	3	13		

Obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 48 Resumen Pre Lean Construction - Encofrado Horizontal

TP	TC	TNC
28.00%	45.33%	26.67%

Tabla 49 Carta Balance Pre Lean Construction - Concreto Vertical

CONCRETO VERTICAL				LEYENDA	
OPER 1	OPER 2	AYUD 1	AYUD 2	TP	
1	3	7	9	1	Manipular manguera
1	3	7	9	2	Vibrar el concreto
1	3	7	9		
1	3	7	2	TC	
1	3	7	2	3	Colocar chute
1	3	9	2	4	Limpiar la zona de trabajo
9	6	9	2	5	Charla de actividades a realizar
9	6	9	2	6	revisar el nivel de vaciado
9	6	9	2	7	Traslado de materiales
9	6	9	2	8	Buscar herramientas
9	1	9	2		
3	1	9	2	TNC	
3	1	9	2	9	Esperas
3	1	2	2	10	Tomar bebida
3	1	2	2	11	Servicios higiénicos
3	1	2	9	12	trabajos rehechos
3	1	2	9	13	Refrigerio
3	1	2	9	14	Viajes innecesarios
3	1	2	9		
6	1	2	9		
6	7	9	4		
6	7	9	4		
6	7	9	4		
6	7	7	4		
9	7	7	4		
9	7	7	4		
9	4	7	4		
9	4	7	4		
9	4	7	4		
9	4	9	4		
2	4	9	9		
2	4	9	9		
2	9	9	9		
2	9	9	9		
2	9	9	7		
2	9	3	7		
9	9	3	7		
9	9	3	7		

OPER 1	OPER 2	AYUD 1	AYUD 2
9	9	3	7
9	9	3	8
1	9	3	8
1	9	3	8
1	9	3	9
1	9	9	9
1	9	9	9
1	5	2	9
1	5	2	9
3	5	2	9
3	5	2	7
3	5	2	7
3	5	2	7
3	5	11	7
3	5	11	7
3	5	11	8
3	5	11	8
6	11	11	8
6	11	11	8
6	11	11	8
6	11	11	8

Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 50 Resumen Carta Balance Pre Lean Construction - Concreto Vertical

TP	TC	TNC
22.92%	44.58%	32.50%

Tabla 51 Carta Balance Pre Lean Construction - Concreto Horizontal

CONCRETO HORIZONTAL												LEYENDA	
OPE R 1	OPE R 2	OPE R 3	OPE R 4	AYU D 1	AYU D 2	AYU D 3	AYU D 4	AYU D 5	AYU D 6	AYU D 7	AYU D 8		
9	1	7	4	15	15	14	15	4	12	15	4	TP	
9	1	7	4	15	15	14	15	4	12	15	4	1	Manipular manguera
9	1	7	4	15	15	14	15	4	12	15	4	2	Acabado de losa
9	1	7	4	15	15	14	15	4	12	15	4	3	Reglear
9	1	7	4	15	15	14	15	4	12	15	5	4	Vibrar el concreto
2	1	7	4	15	15	14	15	4	12	15	5		
2	1	7	4	15	4	14	15	4	12	15	5	TC	
2	1	7	6	15	4	14	15	4	12	15	5	5	Colocar chute
2	15	5	6	15	4	14	15	4	15	15	5	6	Limpiar la zona de trabajo
2	15	5	6	15	4	14	15	15	15	15	5	7	Cargar la vibradora
2	15	5	6	15	4	15	15	15	15	15	5	8	Colocar epóxico

OPE R 1	OPE R 2	OPE R 3	OPE R 4	AYU D 1	AYU D 2	AYU D 3	AYU D 4	AYU D 5	AYU D 6	AYU D 7	AYU D 8	TC	
2	15	5	6	8	4	15	15	12	15	4	5	9	Charla de actividades a realizar
2	15	5	6	8	4	15	15	12	15	4	5	10	revisar el nivel de vaciado
2	15	5	8	8	4	15	15	12	15	4	5	11	Traslado de manguera
15	15	3	8	8	15	15	15	12	15	4	17	12	Lampear
15	15	3	8	21	15	15	8	12	15	4	17	13	Rastrillar
15	15	3	8	21	15	15	8	12	15	4	17	14	Buscar herramientas
15	15	3	15	21	15	15	8	12	15	4	17		
1	15	3	15	21	15	15	8	12	15	4	17	TNC	
1	15	3	15	21	15	15	8	12	17	4	17	15	Esperar el mixer
1	7	3	15	21	15	15	4	12	17	15	17	16	Tomar bebida
1	7	3	15	16	15	15	4	12	17	15	17	17	Servicios higiénicos
1	7	3	15	16	15	15	4	15	17	15	17	18	trabajos rehechos
19	7	3	15	16	15	15	4	15	17	15	4	19	Limpieza de herramientas
19	7	3	15	16	15	15	4	15	17	15	4	20	Refrigerio
19	9	15	15	6	15	15	4	15	17	15	4	21	Viajes innecesarios
19	10	15	15	6	15	12	12	15	17	15	4		
19	10	15	3	6	15	12	12	15	17	15	15		
15	10	10	3	6	15	12	12	15	17	15	15		
15	1	10	3	6	15	12	12	15	6	15	15		
9	15	10	3	6	15	12	12	15	6	15	15		
9	11	1	3	6	15	12	12	15	6	15	15		
9	11	10	3	6	15	15	12	15	6	15	15		
9	11	10	3	17	15	15	15	15	6	15	15		
9	16	10	3	17	15	15	15	15	6	15	15		
9	16	10	3	17	15	15	15	15	6	15	6		
10	16	10	3	17	15	15	15	15	15	15	6		
10	16	4	15	17	6	15	15	15	15	15	6		
10	15	4	15	17	6	15	15	15	15	15	6		
10	15	4	15	21	6	15	15	10	15	15	6		
10	15	4	15	21	6	15	15	10	15	15	6		
15	13	4	15	21	6	15	15	10	15	15	15		
15	13	15	15	21	6	4	15	10	15	15	15		
15	13	15	15	21	6	4	15	12	15	15	15		
15	13	15	18	21	6	4	15	12	15	15	15		
15	13	15	18	21	17	4	12	12	15	15	15		
15	13	3	18	21	17	17	12	12	15	15	15		
15	13	3	18	6	17	17	12	12	15	15	15		
1	13	3	3	6	17	17	12	15	15	15	15		
1	13	3	3	6	17	17	12	15	15	6	15		

OPE R 1	OPE R 2	OPE R 3	OPE R 4	AYU D 1	AYU D 2	AYU D 3	AYU D 4	AYU D 5	AYU D 6	AYU D 7	AYU D 8
1	16	10	3	6	17	17	15	15	4	6	15
1	16	10	3	6	17	17	15	15	4	6	15
1	16	10	3	6	4	17	15	15	4	6	15
1	16	10	3	17	4	15	15	15	4	6	15
1	16	10	3	17	4	15	15	15	4	6	15
1	19	10	18	17	14	15	15	15	4	6	15
1	19	10	18	17	21	15	15	15	4	6	15
1	19	10	18	17	21	15	15	15	4	6	15
1	19	10	18	17	21	15	15	15	4	6	15

Se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 52 Resumen Productividad Pre Lean Construction - Concreto Horizontal

TP	TC	TNC
19.03%	28.06%	52.92%

Cartas Balance Post Lean Construction - Sectorización

Tabla 53 Carta Balance Post Lean Construction Sectorización - Acero Horizontal

	ACERO HORIZONTAL								
Tiempo (minuto)	OPER 1	OPER 2	OPER 3	OFI 1	OFI 2	AYUD 1	AYUD 2	LEYENDA	
1	1	5	7	14	10	3	14	TP	
2	1	5	7	14	10	3	14	1	colocar acero horizontal
3	1	5	7	14	10	3	14	2	cortar alambres para amarrar
4	1	5	7	14	3	3	14	3	amarrar el acero con alambre
5	14	1	7	14	3	3	14	4	apuntalar la armadura
6	14	1	7	14	3	3	14		
7	14	1	15	17	3	3	14	TC	
8	5	1	15	17	3	3	19	5	Leer los planos
9	5	1	15	17	3	14	19	6	Limpiar la zona de trabajo
10	11	1	11	17	3	14	19	7	Charla de actividades a realizar
11	11	1	11	17	3	14	19	8	Transporte
12	11	1	11	17	3	14	19	9	Colocar dados de concreto
17	11	1	11	9	17	14	19	10	Buscar herramientas
18	14	1	11	9	17	16	19	11	medir el acero
19	14	1	11	9	17	16	10	12	cortar el acero
20	14	1	9	2	17	16	10	13	doblar el acero
21	16	15	9	2	17	16	10		
22	16	15	9	2	10	16	10	TNC	
23	16	12	9	2	10	16	10	14	Esperas

Tiempo (minuto)	OPER 1	OPER 2	OPER 3	OFI 1	OFI 2	AYUD 1	AYUD 2	TNC	
13	16	12	4	2	10	16	8	15	Tomar bebida
14	16	12	4	2	10	10	8	16	Servicios higiénicos
15	16	12	4	2	10	10	8	17	trabajos rehechos
16	12	12	4	2	8	10	8	18	Refrigerio
24	12	12	4	2	8	10	2	19	Viajes innecesarios
25	12	12	4	13	8	8	2		
26	12	18	4	13	8	8	2		
27	1	18	4	13	8	8	2		
28	1	18	4	13	3	8	11		
29	1	18	17	13	3	8	11		
30	1	18	17	11	3	14	11		
31	1	18	17	11	3	14	11		
32	1	18	17	11	3	14	11		
33	1	12	17	11		14	11		
34	1	12	17	11	3	14	11		
35	1	12	1	11	3	14	11		
36	1	12	1	13	3	14	8		
37	1	12	1	13	14	19	8		
38	1	12	1	13	14	19	8		
39	12	12	1	13	14	19	8		
40	12	12	13	13	19	19	8		
41	12	12	13	2	19	19	8		
42	12	12	13	2	19	19	8		
43	12	17	13	2	19	19	8		
44	12	17	13	2	19	10			
45	12	17	14	2	19	10	3		
46	4	17	14	2	6	10	3		
47	4	17	14	2	6	10	3		
48	4	17	14	2	6	10	3		
49	4	17	17	2	14	10	3		
50	4	1	17	16	14	8	3		
51	4	1	17	16	9	8	3		
52	14	1	17	16	9	8	3		
53	1	1	17	16	9	8	14		
54	1	1	17	16	9	8	14		
55	1	1	17	16	9	8	14		
56	1	1	17	16	17	6	14		
57	1	1	17	6	17	6	2		
58	1	1	17	6	17	6	2		
59	1	1	17	6	17	6	2		
60	1	1	17	6	17	6	2		

Se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 54 Resumen Productividad Post Lean Construction - Acero Horizontal

TP	TC	TNC
30.24%	35.95%	33.81%

Tabla 55 Carta Balance Sectorización Post Lean Construction - Encofrado Vertical

	ENCOFRADO VERTICAL						
Tiempo (minuto)	OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD 1	AYUD 2	LEYENDA	
1	12	12	12	7	7	TP	
2	12	12	12	7	7	1	colocar paneles fenólicos
3	12	12	12	7	7	2	colocar los bastidores
4	12	8	8	7	7	3	clavar
5	12	8	8	7	7	4	cortar moldes para el espárrago embutido
6	20	8	8	22	7	5	colocar espárrago
7	20	8	8	22	20	6	cortar las planchas de fenólicos
8	20	8	8	22	20	7	taladrar los fenólicos
9	20	8	8	22	20	8	apuntalar el encofrado
10	20	8	8	22	20		
11	20	8	8	22	23	TC	
12	3	8	8	11	23	9	Armar el andamio
17	3	8	8	11	23	10	Colocación de desmoldante
18	3	3	15	11	23	11	Picar superficie
19	3	3	15	11	23	12	Charla de actividades a realizar
20	3	17	15	11	23	13	Transporte
21	3	17	15	11	23	14	aplomado del encofrado
22	3	17	15	11	23	15	medir los paneles para cortar
23	3	17	15	2	13	16	Limpiar la zona de trabajo
13	3	17	14	2	13	17	alinear el encofrado (clavar y amarrar)
14	3	17	14	2	13	18	quitar el nylon del encofrado
15	20	17	14	2	13	19	Buscar los bastidores, espárragos
16	20	17	14	2	13		
24	20	17	14	2	2	TNC	
25	20	17	14	20	2	20	Esperas
26	23	17	14	20	2	21	Tomar bebida
27	23	17	14	20	2	22	Servicios higiénicos
28	23	20	14	20	2	23	trabajos rehechos

Tiempo	OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD 1	AYUD 2	TNC	
29	23	20	14	20	2	24	Refrigerio
30	23	20	14	20	2	25	Viajes innecesarios
31	23	20	2	20	2		
32	23	23	2	20	2		
33	23	23	2	13	2		
34	15	23	2	13	2		
35	15	23	2	13	13		
36	15	23	2	13	13		
37	15	23	2	13	13		
38	15	3	2	22	13		
39	15	3	2	22	13		
40	15	3	2	22	11		
41	15	3	2	22	11		
42	15	3	2	22	11		
43	15	3	2	22	20		
44	15	3	2	22	20		
45	22	3	14	7	20		
46	22	3	14	7	20		
47	22	3	14	7	11		
48	22	3	14	7	11		
49	22	3	14	7	11		
50	22	3	20	7	11		
51	22	3	20	7	11		
52	22	20	20	7	10		
53	22	20	20	7	10		
54	6	21	20	10	10		
55	6	21	23	10	10		
56	6	21	23	10	7		
57	6	21	23	10	7		
58	6	21	23	10	7		
59	6	21	23	10	7		
60	6	20	23	10	7		

Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 56 Resumen de Productividad de Carta Balance Encofrado Vertical

TP	TC	TNC
36.33%	32.33%	31.33%

Tabla 57 Carta Balance Sectorización Post Lean Construction - Encofrado Horizontal

	ENCOFRADO HORIZONTAL					LEYENDA	
Tiempo (minuto)	OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD 1	AYUD 2		
1	12	12	12	7	17	TP	
2	12	12	12	7	17	1	colocar paneles fenólicos
3	12	12	12	7	17	2	colocar las viguetas
4	12	12	12	7	17	3	clavar
5	12	12	12	7	17	4	colocar los ladrillos bovedilla
6	14	14	14	17	17	5	nivelar el encofrado
7	14	14	14	17	13	6	cortar las planchas de fenólicos
8	14	14	14	17	13	7	Colocar soleras
9	17	14	6	17	13	8	Colocar bastidores
10	17	6	6	20	13	9	apuntalar el encofrado
11	17	6	6	20	13		
12	20	6	6	20	13	TC	
13	20	6	6	20	13	10	Armar el andamio
14	20	6	6	20	13	11	Colocación de desmoldante
15	20	6	6	17	13	12	Charla de actividades a realizar
16	20	6	11	17	13	13	Transporte
17	11	19	11	17	13	14	medir los paneles para cortar
18	11	19	11	10	13	15	Limpiar la zona de trabajo
19	11	19	11	10	4	16	Buscar los bastidores y soleras
20	9	19	11	10	4		
21	9	19	14	10	4	TNC	
22	9	10	14	10	4	17	Esperas
23	9	10	14	10	4	18	Tomar bebida
24	9	10	14	10	4	19	Servicios higiénicos
25	9	10	14	10	4	20	trabajos rehechos
26	9	10	17	10	4	21	Viajes innecesarios
27	9	10	17	10	4		
28	9	10	17	10	4		
29	9	13	17	13	4		
30	9	13	13	13	4		
31	9	13	13	13	4		
32	9	13	13	13	21		
33	9	13	13	8	21		
34	9	17	10	8	21		
35	14	17	10	8	21		
36	14	17	10	8	21		
37	14	17	10	8	21		
38	12	12	12	8	21		
39	12	12	12	8	21		
40	12	12	12	8	21		

Tiempo	OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD 1	AYUD 2
41	12	12	12	15	11
42	12	12	12	15	11
43	14	5	15	15	11
44	14	5	15	15	11
45	14	5	17	15	11
46	14	5	17	15	11
47	14	5	17	15	11
48	14	5	17	15	17
49	2	5	20	15	17
50	2	5	20	15	17
51	2	5	20	15	17
52	2	5	20	15	17
53	2	5	20	7	17
54	2	17	20	7	17
55	2	17	5	7	17
56	2	17	5	7	17
57	2	20	5	7	17
58	2	20	5	7	17
59	2	20	5	7	17
60	2	20	5	7	17

Tabla 58 Resumen de Productividad Encofrado Horizontal - Post Lean Construction

TP	TC	TNC
31.33%	38.33%	30.33%

Tabla 59 Carta Balance Post Lean Construction - Concreto Vertical

	CONCRETO VERTICAL					
Tiempo (minuto)	OPER 1	OPER 2	AYUD 1	AYUD 2	LEYENDA	
1	5	5	5	5	TP	
2	5	5	5	5	1	Manipular manguera
3	5	5	5	5	2	Vibrar el concreto
4	5	5	7	7		
5	5	5	7	7	TC	
6	5	5	7	7	3	Colocar chute
7	2	1	7	7	4	Limpiar la zona de trabajo
8	2	1	7	7	5	Charla de actividades a realizar
9	2	1	7	7	6	revisar el nivel de vaciado
10	2	1	7	7	7	Traslado de materiales
11	2	1	9	7	8	Buscar herramientas
12	2	1	9	7		
13	2	1	9	9	TNC	

Tiempo	OPER 1	OPER 2	AYUD 1	AYUD 2	TNC	
14	2	1	9	9	9	Esperas
15	2	1	8	11	10	Tomar bebida
16	2	1	8	11	11	Servicios higiénicos
17	2	1	8	11	12	trabajos rehechos
18	2	1	8	11	13	Refrigerio
19	2	1	8	11	14	Viajes innecesarios
20	2	1	8	11		
21	3	6	4	11		
22	3	6	4	4		
23	3	6	4	4		
24	3	6	4	4		
25	3	6	4	4		
26	3	6	4	4		
27	3	6	4	4		
28	8	9	4	9		
29	8	9	8	9		
30	8	9	8	9		
31	8	9	8	9		
32	2	2	8	9		
33	2	2	8	9		
34	2	2	8	14		
35	2	2	8	14		
36	2	2	9	14		
37	12	12	9	2		
38	12	12	9	2		
39	12	12	9	2		
40	12	12	9	2		
41	12	12	12	2		
42	12	12	12	2		
43	12	6	12	7		
44	3	6	12	7		
45	3	6	12	7		
46	3	6	12	7		
47	3	6	12	7		
48	3	6	12	7		
49	11	10	12	7		
50	11	10	4	7		
51	11	10	4	11		
52	11	10	4	11		
53	11	3	4	11		
54	1	3	4	11		
55	1	3	4	11		
56	1	3	7	4		
57	1	2	7	4		

Tiempo	OPER 1	OPER 2	AYUD 1	AYUD 2
58	1	2	7	4
59	1	2	7	4
60	1	2	7	4

Tabla 60 Resumen de Productividad Carta Balance Concreto Vertical

TP	TC	TNC
28.33%	36.25%	35.42%

Tabla 61 Carta Balance Sectorización Post Lean Construction - Concreto Horizontal

	CONCRETO HORIZONTAL												LEYENDA	
Tiempo (minuto)	OPE R 1	OPE R 2	OPE R 3	OPE R 4	AYU D 1	AYU D 2	AYU D 3	AYU D 4	AYU D 5	AYU D 6	AYU D 7	AYU D 8		
1	9	1	7	4	15	15	14	15	4	12	15	4	TP	
2	9	1	7	4	15	15	14	15	4	12	15	4	1	Manipular manguera
3	9	1	7	4	15	15	14	15	4	12	15	4	2	Acabado de losa
4	9	1	7	4	15	15	14	15	4	12	15	4	3	Reglear
5	9	1	7	4	15	15	14	15	4	12	15	5	4	Vibrar el concreto
6	2	1	7	4	15	15	14	15	4	12	15	5		
7	2	1	7	4	15	4	14	15	4	12	15	5	TC	
8	2	1	7	6	15	4	14	15	4	12	15	5	5	Colocar chute
9	2	15	5	6	15	4	14	15	4	15	15	5	6	Limpiar la zona de trabajo
10	2	15	5	6	15	4	14	15	15	15	15	5	7	Cargar la vibradora
11	2	15	5	6	15	4	15	15	15	15	15	5	8	Colocar epóxico
12	2	15	5	6	8	4	15	15	12	15	4	5	9	Charla de actividades a realizar
13	2	15	5	6	8	4	15	15	12	15	4	5	10	revisar el nivel de vaciado
14	2	15	5	8	8	4	15	15	12	15	4	5	11	Traslado de manguera
15	15	15	3	8	8	15	15	15	12	15	4	17	12	Lampear
16	15	15	3	8	21	15	15	8	12	15	4	17	13	Rastrillar
17	15	15	3	8	21	15	15	8	12	15	4	17	14	Buscar herramientas
18	15	15	3	15	21	15	15	8	12	15	4	17		
19	1	15	3	15	21	15	15	8	12	15	4	17	TNC	
20	1	15	3	15	21	15	15	8	12	17	4	17	15	Esperar el mixer
21	1	7	3	15	21	15	15	4	12	17	15	17	16	Tomar bebida
22	1	7	3	15	16	15	15	4	12	17	15	17	17	Servicios higiénicos

Tiempo (minuto)	OPE R 1	OPE R 2	OPE R 3	OPE R 4	AYU D 1	AYU D 2	AYU D 3	AYU D 4	AYU D 5	AYU D 6	AYU D 7	AYU D 8	TNC	
23	1	7	3	15	16	15	15	4	15	17	15	17	18	trabajos rehechos
24	19	7	3	15	16	15	15	4	15	17	15	4	19	Limpieza de herramientas
25	19	7	3	15	16	15	15	4	15	17	15	4	20	Refrigerio
26	19	9	15	15	6	15	15	4	15	17	15	4	21	Viajes innecesarios
27	19	10	15	15	6	15	12	12	15	17	15	4		
28	19	10	15	3	6	15	12	12	15	17	15	15		
29	15	10	10	3	6	15	12	12	15	17	15	15		
30	15	1	10	3	6	15	12	12	15	6	15	15		
31	9	15	10	3	6	15	12	12	15	6	15	15		
32	9	11	1	3	6	15	12	12	15	6	15	15		
33	9	11	10	3	6	15	15	12	15	6	15	15		
34	9	11	10	3	17	15	15	15	15	6	15	15		
35	9	16	10	3	17	15	15	15	15	6	15	15		
36	9	16	10	3	17	15	15	15	15	6	15	6		
37	10	16	10	3	17	15	15	15	15	15	15	6		
38	10	16	4	15	17	6	15	15	15	15	15	6		
39	10	15	4	15	17	6	15	15	15	15	15	6		
40	10	15	4	15	21	6	15	15	10	15	15	6		
41	10	15	4	15	21	6	15	15	10	15	15	6		
42	15	13	4	15	21	6	15	15	10	15	15	15		
43	15	13	15	15	21	6	4	15	10	15	15	15		
44	15	13	15	15	21	6	4	15	12	15	15	15		
45	15	13	15	15	21	6	4	15	12	15	15	15		
46	15	13	15	18	21	6	4	15	12	15	15	15		
47	15	13	15	18	21	17	4	12	12	15	15	15		
48	15	13	3	18	21	17	17	12	12	15	15	15		
49	15	13	3	18	6	17	17	12	12	15	15	15		
50	1	13	3	3	6	17	17	12	15	15	15	15		
51	1	13	3	3	6	17	17	12	15	15	6	15		
52	1	16	10	3	6	17	17	15	15	4	6	15		
53	1	16	10	3	6	17	17	15	15	4	6	15		
54	1	16	10	3	6	4	17	15	15	4	6	15		
55	1	16	10	3	17	4	15	15	15	4	6	15		
56	1	16	10	3	17	4	15	15	15	4	6	15		
57	1	19	10	18	17	14	15	15	15	4	6	15		
58	1	19	10	18	17	21	15	15	15	4	6	15		
59	1	19	10	18	17	21	15	15	15	4	6	15		
60	1	19	10	18	17	21	15	15	15	4	6	15		

Tabla 62 Resumen de Productividad Concreto Horizontal

TP	TC	TNC
21.25%	22.78%	55.97%

Cartas Balance Post Lean Construction – Tren de Actividades

Tabla 63 Carta Balance Tren de Actividades Post Lean Construction - Acero Horizontal

ACERO HORIZONTAL							LEYENDA	
OPER 1	OPER 2	OPER 3	OFI 1	OFI 2	AYUD 1	AYUD 2		
3	3	5	15	10	6	3	TP	
14	3	5	15	10	6	3	1	colocar acero horizontal
3	3	5	15	10	6	14	2	cortar alambres para amarrar
3	3	5	15	10	6	14	3	amarrar el acero con alambre
3	3	19	15	10	6	14	4	apuntalar la armadura
3	3	19	15	14	6	14		
3	3	19	12	14	6	3	TC	
3	3	19	12	14	6	3	5	Leer los planos
3	3	19	12	14	6	3	6	Limpiar la zona de trabajo
3	3	19	12	14	6	3	7	Charla de actividades a realizar
3	19	19	12	3	6	6	8	Transporte
3	19	19	12	3	6	6	9	Colocar dados de concreto
3	12	19	12	3	6	6	10	Buscar herramientas
3	12	19	12	3	6	6	11	medir el acero
3	12	3	12	3	6	6	12	cortar el acero
3	12	3	12	3	6	6	13	doblar el acero
3	12	3	12	17	17	6		
3	12	3	12	17	17	6	TNC	
10	12	3	12	17	17	6	14	Esperas
10	12	10	12	17	17	6	15	Tomar bebida
10	12	10	3	17	17	17	16	Servicios higiénicos
10	12	10	3	17	17	17	17	trabajos rehechos
10	19	10	3	17	17	17	18	Refrigerio
10	19	10	3	17	9	17	19	Viajes innecesarios
10	19	10	3	17	9	3		
3	19	10	3	9	9	3		
3	19	10	3	9	9	3		
3	19	10	3	9	9	3		
3	19	10	3	19	9	3		
3	3	9	16	19	9	3		
3	9	9	16	9	3	17		
3	9	9	16	9	3	17		
3	9	9	16	3	3	17		
19	3	9	16	3	3	17		
19	3	9	16	3	3	17		

OPER 1	OPER 2	OPER 3	OFI 1	OFI 2	AYUD 1	AYUD 2
19	3	14	16	3	3	17
9	3	14	16	3	3	17
9	3	14	9	3	3	9
9	3	10	9	3	3	9
9	3	10	9	3	3	9
9	3	10	9	3	3	9
9	3	10	9	19	4	9
9	3	10	9	19	4	9
9	3	10	9	19	4	9
9	3	10	4	19	4	9
9	19	10	4	19	4	9
14	19	10	4	8	19	6
14	8	10	4	8	19	6
14	8	4	4	8	19	6
14	8	4	4	8	8	6
14	8	4	4	8	8	6
8	8	4	4	8	8	6
8	8	4	4	8	8	4
8	8	4	8	8	6	4
8	19	4	8	8	6	4
4	19	4	8	8	6	4
4	19	4	8	4	6	6
4	19	19	8	4	6	6
4	19	19	8	4	6	6

Se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 64 Resumen Productividad Carta Balance Acero Horizontal

TP	TC	TNC
32.38%	41.19%	26.43%

Tabla 65 Carta Balance Carta Balance Circuito Fiel - Encofrado Vertical

ENCOFRADO VERTICAL					LEYENDA	
OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD 1	AYUD 2		
9	6	6	21	10	TP	
9	6	6	21	10	1	colocar paneles fenólicos
9	6	6	21	21	2	colocar los bastidores
9	6	6	21	21	3	clavar
9	6	9	3	21	4	cortar moldes para el espárrago embutido
9	6	9	3	21	5	colocar espárrago

OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD 1	AYUD 2	TP	
9	6	9	3	10	6	cortar las planchas de fenólicos
25	6	9	3	10	7	taladrar los fenólicos
25	6	9	3	10	8	apuntalar el encofrado
25	6	9	3	10		
25	6	9	3	10	TC	
25	20	9	3	10	9	Armar el andamio
25	20	9	3	10	10	Colocación de desmoldante
4	20	9	16	10	11	Picar superficie
4	20	9	16	10	12	Charla de actividades a realizar
4	20	9	16	4	13	Transporte
4	20	20	16	4	14	aplomado del encofrado
4	20	20	16	4	15	medir los paneles para cortar
4	20	20	16	4	16	Limpiar la zona de trabajo
4	20	20	16	4	17	alineal el encofrado (clavar y amarrar)
4	9	9	4	11	18	quitar el nylon del encofrado
4	9	9	4	11	19	Buscar los bastidores, espárragos
25	9	9	4	11		
25	9	9	4	11	TNC	
25	9	9	4	4	20	Esperas
25	9	9	25	4	21	Tomar bebida
25	9	9	25	4	22	Servicios higiénicos
25	9	9	25	4	23	trabajos rehechos
25	21	9	9	4	24	Refrigerio
9	21	9	9	4	25	Viajes innecesarios
9	9	9	4	4		
9	9	6	4	4		
9	7	6	4	4		
9	7	6	4	4		
9	7	6	4	4		
23	7	6	23	4		
23	7	6	23	23		
23	7	6	23	23		
23	7	6	23	23		
23	7	6	15	23		
23	7	6	15	23		
7	7	6	15	23		
7	7	6	15	23		
7	7	13	15	13		
7	7	13	15	13		
7	13	13	15	13		
7	13	13	15	13		
7	13	13	15	13		
7	13	13	6	13		

OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD 1	AYUD 2
16	25	13	13	4
16	25	6	13	4
16	25	6	13	4
16	25	6	13	4
16	25	6	13	4
16	25	6	13	4
16	25	6	13	13
16	25	6	13	13
16	6	6	20	13
16	6	6	20	13
16	6	6	20	13

Se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 66 Resumen de Productividad Post Lean Construction - Encofrado Vertical

TP	TC	TNC
37.67%	41.33%	21.00%

Tabla 67 Carta Balance Tren de Actividades - Encofrado Horizontal

ENCOFRADO HORIZONTAL					LEYENDA	
OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD 1	AYUD 2		
1	17	3	1	1	TP	
1	17	3	1	1	1	colocar paneles fenólicos
1	17	3	1	1	2	colocar las viguetas
1	17	3	1	1	3	clavar
19	13	3	1	13	4	colocar los ladrillos bovedilla
19	13	3	17	13	5	nivelar el encofrado
19	3	3	17	13	6	cortar las planchas de fenólicos
19	3	3	17	13	7	Colocar soleras
1	3	20	11	17	8	Colocar bastidores
1	3	20	11	17	9	apuntalar el encofrado
1	3	20	11	1		
1	3	20	11	1	TC	
1	3	20	1	1	10	Armar el andamio
1	21	20	1	1	11	Colocación de desmoldante
1	21	3	1	1	12	Charla de actividades a realizar
1	21	3	1	1	13	Transporte
1	21	13	11	1	14	medir los paneles para cortar
1	21	13	11	1	15	Limpiar la zona de trabajo
1	11	13	11	1	16	Buscar los bastidores y soleras
1	11	13	11	1	TNC	

OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD 1	AYUD 2	TNC	
1	11	13	11	1	17	Esperas
13	2	13	11	13	18	Tomar bebida
13	2	13	11	13	19	Servicios higiénicos
13	2	17	11	13	20	trabajos rehechos
13	2	17	11	13	21	Viajes innecesarios
13	2	17	11	13		
13	2	17	11	17		
21	18	17	2	17		
21	18	17	2	17		
21	18	17	2	17		
21	18	17	2	17		
21	13	17	2	17		
21	13	17	2	17		
21	13	2	2	13		
2	13	17	13	2		
2	13	17	13	2		
2	13	17	13	2		
2	13	17	13	2		
13	17	16	2	18		
13	17	16	2	18		
13	17	16	2	16		
13	16	16	2	16		
13	16	16	2	16		
13	16	16	13	16		
13	16	16	13	16		
13	2	2	17	16		
13	2	2	17	16		
13	2	2	17	16		
13	2	2	17	16		
13	2	15	17	16		
13	20	15	17	16		
13	20	15	15	16		
13	20	15	15	3		
2	13	15	15	3		
2	13	15	15	3		
2	13	15	15	18		
2	13	15	3	18		
2	17	15	3	18		

Se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 68 Resumen de Productividad Encofrado Horizontal

TP	TC	TNC
35.67%	39.67%	24.67%

Tabla 69 Cartas Balance Post Lean Construction - Concreto Vertical

	CONCRETO VERTICAL				LEYENDA	
Tiempo (minuto)	OPER 1	OPER 2	AYUD 1	AYUD 2		
1	9	1	8	14	TP	
2	9	1	8	14	1	Manipular manguera
3	9	1	8	14	2	Vibrar el concreto
4	9	1	8	14		
5	9	1	2	14	TC	
6	9	14	2	2	3	Colocar chute
7	9	14		4	4	Limpiar la zona de trabajo
8	9	14	3	4	5	Charla de actividades a realizar
9	9	14	3	2	6	revisar el nivel de vaciado
10	9	14	3	2	7	Traslado de materiales
11	9	4	3	2	8	Buscar herramientas
12	1	4	3	2		
13	1	4	3	2	TNC	
14	1	9	2	2	9	Esperas
15	1	9	2	2	10	Tomar bebida
16	1	9	2	2	11	Servicios higiénicos
17	1	8	2	7	12	trabajos rehechos
18	1	8	14	7	13	Refrigerio
19	1	8	14	7	14	Viajes innecesarios
20	1	8	14	7		
21	1	8	14	7		
22	1	8	14	7		
23	1	8	3	14		
24	9	1	3	14		
25	9	1	3	14		
26	9	1	3	14		
27	9	1	3	14		
28	9	1	3	14		
29	9	1	2	14		
30	9	1	2	7		
31	9	1	2	7		
32	3	1	2	7		
33	3	1	7	7		
34	3	1	7	7		
35	3	1	7	7		
36	3	9	7	7		
37	3	9	7	7		

Tiempo	OPER 1	OPER 2	AYUD 1	AYUD 2
38	3	9	7	7
39	3	9	7	7
40	3	9	1	2
41	3	4	1	2
42	3	4	1	7
43	3	4	1	7
44	1	4	1	7
45	1	4	14	7
46	1	4	14	7
47	1	4	14	14
48	1	4	14	14
49	1	14	2	2
50	1	14	2	2
51	1	6	6	2
52	1	6	6	2
53	1	6	6	2
54	1	6	6	2
55	1	6	6	2
56	4	14	2	2
57	4	14	2	2
58	4	14	2	2
59	4	14	2	2
60	4	14	2	2

Obteniendo los siguientes datos:

Tabla 70 Resumen de Productividad Concreto Vertical

TP	TC	TNC
35.83%	37.92%	26.25%

Tabla 71 Carta Balance Post Lean Construction - Concreto Horizontal

	CONCRETO HORIZONTAL												LEYENDA
Tiempo (minuto)	OPE R 1	OPE R 2	OPE R 3	OPE R 4	AYU D 1	AYU D 2	AYU D 3	AYU D 4	AYU D 5	AYU D 6	AYU D 7	AYU D 8	
1	16	2	3	2	1	12	12	21	12	4	13	4	TP
2	16	2	3	2	1	12	12	2	12	4	13	4	1 Manipular manguera
3	16	2	18	2	1	12	12	2	12	4	13	4	2 Acabado de losa
4	16	2	18	2	1	12	12	2	12	4	13	4	3 Reglear
5	3	2	18	2	1	4	12	2	12	4	13	4	4 Vibrar el concreto
6	3	2	18	21	6	4	12	2	12	4	13	4	

Tiempo (minuto)	OPE R 1	OPE R 2	OPE R 3	OPE R 4	AYU D 1	AYU D 2	AYU D 3	AYU D 4	AYU D 5	AYU D 6	AYU D 7	AYU D 8	LEYENDA	
7	3	2	18	21	6	4	12	2	21	4	13	4	TC	
8	3	6	18	10	1	21	12	13	11	21	1	14	5	Colocar chute
9	3	6	18	10	17	21	12	13	11	21	1	14	6	Limpiar la zona de trabajo
10	3	6	18	10	17	21	1	13	11	21	1	14	7	Cargar la vibradora
11	3	21	18	10	17	21	1	13	11	21	1	19	8	Colocar epóxico
12	3	21	3	10	17	21	1	13	11	21	1	19	9	Charla de actividades a realizar
13	3	21	3	10	1	21	1	13	11	21	1	19	10	revisar el nivel de vaciado
14	3	21	3	10	1	12	1	13	11	4	1	4	11	Traslado de manguera
15	3	21	3	10	1	12	12	21	11	4	13	4	12	Lampear
16	3	21	3	10	1	12	12	21	11	4	13	4	13	Rastrillar
17	19	21	3	10	1	12	12	21	11	4	13	4	14	Buscar herramientas
18	19	21	3	10	1	12	12	21	11	4	13	4		
19	3	2	18	21	7	4	18	2	19	4	13	4	TNC	
20	3	2	3	21	7	4	18	2	19	19	19	4	15	Esperar el mixer
21	3	2	3	21	7	12	18	2	19	19	19	4	16	Tomar bebida
22	3	2	3	10	7	12	18	2	19	19	19	4	17	Servicios higiénicos
23	3	2	3	10	7	12	18	2	19	8	19	4	18	trabajos rehechos
24	3	19	3	10	7	12	18	2	19	8	19	4	19	Limpieza de herramientas
25	3	19	3	10	7	12	18	21	11	8	19	21	20	Refrigerio
26	5	19	3	10	21	21	18	21	11	8	19	21	21	Viajes innecesarios
27	5	19	3	10	21	21	1	21	11	8	19	21		
28	5	6	3	10	21	21	1	21	11	8	8	21		
29	5	6	3	10	21	21	1	21	11	21	8	21		
30	5	6	3	10	21	4	1	21	11	21	8	21		
31	5	3	6	16	6	4	21	2	21	8	8	21		
32	5	3	6	16	6	4	21	2	21	8	8	21		
33	5	3	6	16	6	4	14	2	21	8	8	21		
34	5	3	6	1	6	4	14	2	21	8	8	3		
35	5	3	6	1	6	4	14	2	3	8	8	3		
36	5	3	6	1	6	4	21	2	3	8	21	3		
37	21	6	3	10	4	4	1	21	11	16	8	7		
38	21	6	3	10	4	4	1	6	11	16	8	7		
39	21	21	19	10	4	4	1	6	11	2	8	7		
40	10	21	19	10	4	4	1	6	21	2	8	7		
41	10	21	19	10	4	4	21	6	21	2	21	7		
42	10	21	19	10	16	4	21	6	21	2	21	7		
43	10	21	19	10	16	4	21	6	21	2	2	7		

Tiempo (minuto)	OPE R 1	OPE R 2	OPE R 3	OPE R 4	AYU D 1	AYU D 2	AYU D 3	AYU D 4	AYU D 5	AYU D 6	AYU D 7	AYU D 8
44	10	3	19	10	16	4	21	6	21	2	2	3
45	10	3	19	10	11	21	21	6	3	2	2	3
46	19	3	6	2	11	4	21	6	3	7	21	3
47	19	3	6	2	11	4	21	6	3	7	21	3
48	19	3	6	2	11	4	21	6	3	7	21	3
49	19	6	6	17	11	4	21	6	3	7	21	3
50	19	6	6	17	4	4	21	6	3	7	2	3
51	19	6	18	17	4	18	21	6	3	7	2	3
52	19	6	18	17	4	18	41	6	3	21	2	7
53	10	3	18	6	11	18	21	6	3	2	2	3
54	10	3	3	6	11	18	21	6	3	2	2	3
55	10	3	3	6	11	11	1	21	3	2	2	21
56	10	3	3	6	11	11	1	21	3	21	2	21
57	10	3	3	15	11	11	1	21	3	21	2	21
58	10	3	3	15	11	11	1	21	3	21	2	21
59	10	3	3	15	11	11	1	21	3	21	21	21
60	10	3	3	15	11	11	1	21	3	21	21	21

Se obtuvo los siguientes datos.

Tabla 72 Resumen de Productividad Post Lean Construction - Concreto Horizontal

TP	TC	TNC
36.53%	34.58%	28.89%

Cartas Balance Post Lean Construction – Circuito Fiel

Tabla 73 Cartas Balance Post Lean Construction - Acero Horizontal

	ACERO HORIZONTAL						
Tiempo (minuto)	OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD 1	AYUD 2	LEYENDA	
1	5	1	1	1	1	TP	
2	5	1	1	1	6	1	colocar acero horizontal
3	5	1	8	1	6	2	cortar alambres para amarrar
4	1	1	8	1	6	3	amarrar el acero con alambre
5	1	1	8	1	6	4	apuntalar la armadura
6	1	1	8	1	6		
7	1	19	8	1	6	TC	
8	1	19	8	1	6	5	Leer los planos
9	1	1	8	1	6	6	Limpiar la zona de trabajo
10	1	1	8	8	6	7	Charla de actividades a realizar
11	1	1	8	8	6	8	Transporte
12	1	10	19	14	2	9	Colocar dados de concreto
17	1	10	19	14	2	10	Buscar herramientas

Tiempo	OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD 1	AYUD 2	TC	
18	14	1	19	14	2	11	medir el acero
19	14	1	1	14	2	12	cortar el acero
20	14	1	1	8	2	13	doblar el acero
21	10	1	1	8	2		
22	10	1	1	8	2	TNC	
23	10	1	1	3	2	14	Esperas
13	10	8	1	3	14	15	Tomar bebida
14	10	8	1	9	14	16	Servicios higiénicos
15	10	8	9	9	14	17	trabajos rehechos
16	10	1	9	9	3	18	Refrigerio
24	1	1	9	9	3	19	Viajes innecesarios
25	1	1	9	9	3		
26	1	1	9	9	3		
27	1	10	3	3	6		
28	1	10	3	3	6		
29	1	10	3	3	16		
30	1	10	3	3			
31	1	10	9	14	3		
32	1	10	9	3	3		
33	1	10	9	3	3		
34	6	10	9	3	3		
35	6	10	9	3	15		
36	3	10	14	15	3		
37	3	10	14	15	3		
38	3	3	9	9	3		
39	3	3	9	9	3		
40	3	3	9	9	3		
41	3	3	9	14	3		
42	9	8	3	3	14		
43	9	8	3	3	14		
44	9	15	3	3	14		
45	9	15	3	3	9		
46	9	15	3	3	9		
47	3	3	3	3	9		
48	3	3	3	3	9		
49	3	3	3	19	9		
50	3	3	19	19	9		
51	3	3	19	19	9		
52	3	3	19	8	9		
53	3	3	3	8	9		
54	3	3	3	8	9		
55	3	14	6	8	3		
56	3	14	6	8	3		
57	3	14	6	8	3		

Tiempo	OPER 1	OPER 2	OPER 3	AYUD 1	AYUD 2
58	3	6	6	8	3
59	3	6	6	19	3
60	3	6	6	19	3

Se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 74 Resumen de Productividad - Acero Horizontal

TP	TC	TNC
46.33%	34.67%	19.00%

Tabla 75 Cartas Balance Post Lean Construction - Encofrado Vertical

	ENCOFRADO VERTICAL				
Tiempo (minuto)	OPER 1	OPER 2	AYUD 1	LEYENDA	
1	15	20	6	TP	
2	15	20	6	1	colocar paneles fenólicos
3	15	20	6	2	colocar los bastidores
4	15	20	6	3	clavar
5	15	15	6	4	cortar moldes para el espárrago embutido
6	15	15	6	5	colocar espárrago
7	15	15	6	6	cortar las planchas de fenólicos
8	15	15	6	7	taladrar los fenólicos
9	15	15	6	8	apuntalar el encofrado
10	25	15	9		
11	25	15	9	TC	
12	25	15	9	9	Armar el andamio
17	6	7	9	10	Colocación de desmoldante
18	6	7	9	11	Picar superficie
19	6	7	9	12	Charla de actividades a realizar
20	6	7	9	13	Transporte
21	6	7	9	14	aplomado del encofrado
22	6	7	9	15	medir los paneles para cortar
23	6	7	4	16	Limpiar la zona de trabajo
13	6	7	4	17	alineal el encofrado (clavar y amarrar)
14	6	9	4	18	quitar el nylon del encofrado
15	6	9	4	19	Buscar los bastidores, espárragos
16	6	9	4		
24	22	9	25	TNC	
25	22	9	25	20	Esperas
26	22	9	25	21	Tomar bebida
27	22	9	25	22	Servicios higiénicos
28	15	9	2	23	trabajos rehechos

Tiempo (minuto)	OPER 1	OPER 2	AYUD 1	TNC	
29	15	20	2	24	Refrigerio
30	15	20	2	25	Viajes innecesarios
31	25	20	2		
32	25	20	2		
33	25	20	2		
34	25	3	2		
35	25	3	2		
36	15	3	2		
37	15	3	2		
38	15	3	2		
39	15	3	2		
40	15	3	16		
41	15	3	16		
42	3	3	16		
43	3	15	16		
44	3	15	25		
45	3	15	25		
46	3	20	5		
47	3	20	5		
48	3	20	5		
49	3	20	5		
50	3	20	5		
51	3	20	5		
52	3	5	5		
53	3	5	5		
54	3	5	5		
55	3	5	5		
56	3	5	13		
57	3	5	13		
58	10	5	13		
59	10	5	13		
60	10	5	13		

Con esta toma de datos se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 76 Resumen de Productividad Post Lean Construction - Circuito Fiel

TP	TC	TNC
49.44%	32.22%	18.33%

Tabla 77 Cartas Balance Circuito Fiel Post Lean Construction - Encofrado Horizontal

	ENCOFRADO HORIZONTAL					
Tiempo (minuto)	OPER 1	OPER 2	AYUD 1	AYUD 2	LEYENDA	
1	1	13	1	20	TP	
2	1	13	1	20	1	colocar paneles fenólicos
3	1	13	1	20	2	colocar las viguetas
4	1	13	1	20	3	clavar
5	1	1	11	20	4	colocar los ladrillos bovedilla
6	1	1	11	20	5	nivelar el encofrado
7	1	1	11	1	6	cortar las planchas de fenólicos
8	1	1	11	1	7	Colocar soleras
9	1	1	1	1	8	Colocar bastidores
10	1	1	1	1	9	apuntalar el encofrado
11	1	1	1	1		
12	1	1	1	1	TC	
17	1	13	1	1	10	Armar el andamio
18	1	13	1	11	11	Colocación de desmoldante
19	1	13	17	11	12	Charla de actividades a realizar
20	1	13	17	11	13	Transporte
21	1	13	17	11	14	medir los paneles para cortar
22	20	13	17	11	15	Limpiar la zona de trabajo
23	20	13	17	11	16	Buscar los bastidores y soleras
13	20	1	17	11		
14	20	1	17	11	TNC	
15	20	1	11	11	17	Esperas
16	20	1	11	11	18	Tomar bebida
24	3	1	11	17	19	Servicios higiénicos
25	3	1	11	17	20	trabajos rehechos
26	3	13	3	17	21	Viajes innecesarios
27	3	17	3	17		
28	3	17	3	17		
29	13	17	3	15		
30	13	17	3	15		
31	13	17	3	15		
32	13	17	3	15		
33	13	17	3	15		
34	13	2	15	2		
35	13	2	15	2		
36	13	2	15	2		
37	13	2	15	21		
38	2	2	15	21		
39	2	2	15	21		
40	2	21	2	21		

Tiempo (minuto)	OPER 1	OPER 2	AYUD 1	AYUD 2
41	2	21	2	21
42	2	21	2	15
43	2	21	2	15
44	21	13	2	15
45	21	13	2	15
46	21	13	2	15
47	21	13	2	5
48	21	5	2	5
49	21	5	2	5
50	21	5	2	5
51	13	5	2	5
52	13	5	2	5
53	13	5	15	5
54	13	5	15	5
55	4	13	4	17
56	4	13	4	17
57	4	13	4	17
58	4	13	4	17
59	4	13	4	13
60	4	13	4	13

Después de realizar la toma de datos se obtuvo los siguientes valores:

Tabla 78 Resumen de Productividad Post Lean Construction - Encofrado Horizontal

TP	TC	TNC
48.33%	30.42%	21.25%

Tabla 79 Carta Balance Circuito Fiel Post Lean Construction - Concreto Vertical

	CONCRETO VERTICAL				
Tiempo (minuto)	OPER 1	OPER 2	AYUD 1	LEYENDA	
1	9	1	3	TP	
2	9	1	3	1	Manipular manguera
3	9	1	3	2	Vibrar el concreto
4	9	1	3		
5	9	1	3	TC	
6	9	1	3	3	Colocar chute
7	2	1	14	4	Limpiar la zona de trabajo
8	2	1	14	5	Charla de actividades a realizar
9	2	1	3	6	revisar el nivel de vaciado
10	2	1	3	7	Traslado de materiales
11	2	1	3	8	Buscar herramientas
12	2	1	3		

Tiempo (minuto)	OPER 1	OPER 2	AYUD 1	LEYENDA	
17	2	1	3	TNC	
18	2	1	2	9	Esperas
19	2	1	2	10	Tomar bebida
20	2	14	2	11	Servicios higiénicos
21	2	14	2	12	trabajos rehechos
22	2	14	2	13	Refrigerio
23	2	6	2	14	Viajes innecesarios
13	2	6	2		
14	2	6	2		
15	2	6	2		
16	2	6	2		
24	2	6	2		
25	2	7	7		
26	2	7	7		
27	2	7	7		
28	2	7	7		
29	2	7	7		
30	9	7	7		
31	9	14	7		
32	9	14	7		
33	9	14	7		
34	9	14	7		
35	6	14	7		
36	6	14	7		
37	6	1	7		
38	6	1	7		
39	6	1	7		
40	2	1	7		
41	2	1	9		
42	2	1	9		
43	2	1	9		
44	2	1	9		
45	2	1	1		
46	2	1	1		
47	2	1	1		
48	6	1	1		
49	6	1	1		
50	6	1	1		
51	6	4	1		
52	6	4	1		
53	6	4	1		
54	2	4	1		
55	2	4	4		

Tiempo (minuto)	OPER 1	OPER 2	AYUD 1
56	2	4	4
57	2	4	4
58	2	4	4
59	2	14	4
60	2	14	4

Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 80 Resumen de Productividad Concreto Vertical

TP	TC	TNC
48.89%	35.56%	15.56%

Tabla 81 Carta Balance Circuito Fiel Post Lean Construction - Concreto Horizontal

CONCRETO HORIZONTAL						LEYENDA	
OPER 1	OPER 2	OPER 3	OPER 4	AYUD 1	AYUD 2		
4	2	9	14	3	1	TP	
4	2	9	14	3	1	1	Manipular manguera
4	2	9	14	3	1	2	Acabado de losa
4	2	9	14	3	1	3	Reglear
4	2	9	1	2	1	4	Vibrar el concreto
4	2	9	1	2	1		
4	2	9	1	2	1	TC	
4	2	8	1	2	1	5	Colocar chute
4	2	8	1	2	1	6	Limpiar la zona de trabajo
12	2	8	1	2	1	7	Cargar la vibradora
12	2	8	1	2	1	8	Colocar epóxico
12	2	8	1	2	1	9	Charla de actividades a realizar
12	2	8	1	3	14	10	revisar el nivel de vaciado
12	2	8	1	3	14	11	Traslado de manguera
2	10	8	1	3	14	12	Lampear
2	10	8	1	3	14	13	Rastrillar
2	10	8	1	3	14	14	Buscar herramientas
2	7	8	1	3	14		
2	7	1	1	3	14	TNC	
2	7	1	1	3	14	15	Esperar el mixer
2	7	1	7	9	6	16	Tomar bebida
2	7	1	7	9	6	17	Servicios higiénicos
2	7	1	7	9	6	18	trabajos rehechos
2	7	1	7	9	6	19	Limpieza de herramientas
2	7	1	7	9	6	20	Refrigerio
2	7	1	7	9	6	21	Viajes innecesarios
2	1	1	7	9	6		

OPER 1	OPER 2	OPER 3	OPER 4	AYUD 1	AYUD 2
2	1	1	7	9	6
2	1	1	7	9	6
2	1	1	7	9	2
2	1	1	14	1	2
2	1	1	14	1	2
14	1	1	14	1	2
14	1	1	14	1	2
14	1	1	14	1	2
14	1	1	14	1	2
14	1	9	14	1	2
14	7	9	1	1	2
8	7	9	1	1	2
8	7	9	1	1	2
8	7	7	1	1	9
8	7	7	1	1	9
8	7	7	1	1	9
8	7	7	1	1	9
8	7	7	3	1	9
8	7	1	3	1	9
8	2	1	3	3	9
8	2	1	3	3	2
1	2	1	3	3	2
1	2	1	3	3	2
1	2	1	3	3	2
1	2	1	3	3	2
1	2	1	3	3	2
1	2	1	1	3	2
1	2	1	1	9	14
1	6	1	1	9	14
1	6	1	1	9	14
6	6	1	1	9	14
6	6	1	1	9	14
6	6	1	1	9	14

Obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 82 Resumen de Productividad - Concreto Horizontal

TP	TC	TNC
49.44%	30.28%	20.28%

Porcentaje de Plan Cumplido PPC

Tabla 83 Porcentaje de Plan Cumplido - Semana 03

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 03										
ACTIVIDAD - TAREA	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO SEMANA 03									
	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
ESTRUCTURAS - SEMANA 3										
FRENTE I, II										
Encofrado Vertical	x	86%	x	84%	x	83%	x	84%	x	85%
Encofrado Horizontal	x	85%	x	82%	x	84%	x	87%	x	84%
Acero Vertical	x	82%	x	83%	x	82%	x	83%	x	84%
Acero Horizontal	x	77%	x	79%	x	81%	x	83%	x	84%
Concreto Vertical	x	86%	x	87%	x	84%	x	85%	x	86%
Concreto Horizontal	x	81%	x	82%	x	84%	x	85%	x	82%
PPC DIARIO	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5	
	83%		83%		83%		85%		84%	
PPC SEMANAL	83%									

Análisis de Restricciones	
Día 1	Retraso en la entrega de materiales
Día 2	Herramientas dañadas
Día 3	Demoró en las deliberaciones, para realizar la actividad
Día 4	Insuficientes frentes de trabajo
Día 5	Tiempos de ocio largos, por mala ubicación se SS.HH.

Tabla 84 Porcentaje de Plan Cumplido - Semana - 04

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 04										
ACTIVIDAD - TAREA	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO SEMANA 04									
	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
ESTRUCTURAS - SEMANA 4										
FRENTE III, II										
Encofrado Vertical	x	83%	x	85%	x	87%	x	83%	x	84%
Encofrado Horizontal	x	84%	x	85%	x	86%	x	87%	x	86%
Acero Vertical	x	82%	x	84%	x	83%	x	85%	x	84%
Acero Horizontal	x	81%	x	83%	x	81%	x	84%	x	86%
Concreto Vertical	x	87%	x	88%	x	84%	x	86%	x	87%
Concreto Horizontal	x	85%	x	85%	x	83%	x	84%	x	84%
PPC DIARIO	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5	
	84%		85%		84%		85%		85%	
PPC SEMANAL	85%									

Análisis de Restricciones	
Día 1	Distancia de acarreo de materiales en pisos superiores
Día 2	Distancia de acarreo de materiales en pisos superiores
Día 3	Demoró en las deliberaciones, para realizar la actividad
Día 4	Demoró en las deliberaciones, para realizar la actividad
Día 5	Deficiencia entre coordinación de personal técnico y administrativa

Tabla 85 Porcentaje de Plan Cumplido -Semana 05

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 05										
ACTIVIDAD - TAREA	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO SEMANA 05									
	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
ESTRUCTURAS - SEMANA 5										
FRENTE I, III										
Encofrado Vertical	x	85%	x	83%	x	83%	x	86%	x	84%
Encofrado Horizontal	x	90%	x	92%	x	87%	x	89%	x	91%
Acero Vertical	x	82%	x	79%	x	85%	x	84%	x	86%
Acero Horizontal	x	92%	x	89%	x	91%	x	92%	x	91%
Concreto Vertical	x	88%	x	89%	x	89%	x	71%	x	91%
Concreto Horizontal	x	87%	x	87%	x	86%	x	80%	x	85%
PPC DIARIO	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5	
	87%		87%		87%		84%		88%	
PPC SEMANAL	86%									

Análisis de Restricciones	
Día 1	Demoró en las deliberaciones, para realizar la actividad
Día 2	Demoró en las deliberaciones, para realizar la actividad
Día 3	Deficiencia entre coordinación de personal técnico y administrativa
Día 4	Se tuvo que demoler una placa de 7 ml por falta de plomada
Día 5	Deficiencia entre coordinación de personal técnico y administrativa

Tabla 86 Porcentaje de Plan Cumplido - Semana 06

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 06										
ACTIVIDAD - TAREA	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO SEMANA 06									
	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
ESTRUCTURAS - SEMANA 6										
FRENTE I, II										
Encofrado Vertical	x	87%	x	86%	x	88%	x	85%	x	86%
Encofrado Horizontal	x	87%	x	91%	x	92%	x	90%	x	90%
Acero Vertical	x	84%	x	82%	x	84%	x	84%	x	85%
Acero Horizontal	x	93%	x	93%	x	92%	x	91%	x	89%
Concreto Vertical	x	86%	x	86%	x	87%	x	89%	x	91%

	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
Concreto Horizontal	x	88%	x	89%	x	88%	x	89%	x	89%
PPC DIARIO	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5	
	88%		88%		89%		88%		88%	

PPC SEMANAL	88%
-------------	-----

Análisis de Restricciones	
Día 1	Demoró en las deliberaciones, para realizar la actividad
Día 2	Deficiencia entre coordinación de personal técnico y administrativa
Día 3	Falta de Materiales
Día 4	Rehacer actividades
Día 5	Deficiencia entre coordinación de personal técnico y administrativa

Tabla 87 Porcentaje de Plan Cumplido - Semana 07

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 07

ACTIVIDAD - TAREA	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO SEMANA 07									
	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
ESTRUCTURAS - SEMANA 7										
FRENTE II, III										
Encofrado Vertical	x	89%	x	88%	x	91%	x	87%	x	86%
Encofrado Horizontal	x	89%	x	91%	x	91%	x	93%	x	93%
Acero Vertical	x	86%	x	87%	x	88%	x	86%	x	86%
Acero Horizontal	x	92%	x	91%	x	93%	x	93%	x	95%
Concreto Vertical	x	89%	x	91%	x	93%	x	93%	x	92%
Concreto Horizontal	x	89%	x	92%	x	91%	x	92%	x	93%
PPC DIARIO	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5	
	89%		90%		91%		91%		91%	

PPC SEMANAL	90%
-------------	-----

Análisis de Restricciones	
Día 1	Demoró en las deliberaciones, para realizar la actividad
Día 2	Falta de Materiales
Día 3	Deficiencia entre coordinación de personal técnico y administrativa
Día 4	
Día 5	

Como podemos apreciar desde esta semana se empezará aumentar la los Porcentajes de Plan Cumplido debido a que se realiza el circuito fiel que permite disminuir la cantidad de

trabajadores por cuadrilla aumentando así los tiempos productivos y contributorios del personal restante.

Tabla 88 Porcentaje de Plan Cumplido - Semana 08

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 08										
ACTIVIDAD - TAREA	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO SEMANA 08									
	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
ESTRUCTURAS - SEMANA 8										
FRENTE II, III										
Encofrado Vertical	x	91%	x	90%	x	91%	x	92%	x	89%
Encofrado Horizontal	x	92%	x	92%	x	92%	x	91%	x	93%
Acero Vertical	x	92%	x	91%	x	90%	x	91%	x	89%
Acero Horizontal	x	91%	x	91%	x	91%	x	92%	x	91%
Concreto Vertical	x	92%	x	92%	x	94%	x	91%	x	94%
Concreto Horizontal	x	91%	x	91%	x	92%	x	93%	x	94%
PPC DIARIO	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5	
	92%		91%		92%		92%		92%	
PPC SEMANAL	92%									

Análisis de Restricciones	
Día 1	
Día 2	Deficiencia entre coordinación de personal técnico y administrativa
Día 3	
Día 4	
Día 5	

Tabla 89 Porcentaje de Plan Cumplido - Semana 09

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 09										
ACTIVIDAD - TAREA	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO SEMANA 09									
	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
ESTRUCTURAS - SEMANA 9										
FRENTE I, II										
Encofrado Vertical	x	93%	x	95%	x	96%	x	94%	x	94%
Encofrado Horizontal	x	93%	x	95%	x	96%	x	94%	x	93%
Acero Vertical	x	94%	x	94%	x	92%	x	95%	x	94%
Acero Horizontal	x	92%	x	93%	x	91%	x	90%	x	92%
Concreto Vertical	x	93%	x	94%	x	91%	x	95%	x	94%
Concreto Horizontal	x	93%	x	84%	x	94%	x	96%	x	92%
PPC DIARIO	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5	
	93%		93%		93%		94%		93%	
PPC SEMANAL	93%									

Análisis de Restricciones	
Día 1	Falta de Materiales
Día 2	Demoró en las deliberaciones, para realizar la actividad
Día 3	Retraso de mezcladora de concreto
Día 4	
Día 5	

Tabla 90 Porcentaje de Plan Cumplido Semana 10

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 10

ACTIVIDAD - TAREA	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO SEMANA 10									
	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
ESTRUCTURAS - SEMANA 10										
FRENTE II, III										
Encofrado Vertical	x	94%	x	94%	x	95%	x	95%	x	94%
Encofrado Horizontal	x	93%	x	95%	x	94%	x	96%	x	95%
Acero Vertical	x	96%	x	95%	x	95%	x	94%	x	91%
Acero Horizontal	x	96%	x	94%	x	93%	x	95%	x	94%
Concreto Vertical	x	93%	x	93%	x	95%	x	96%	x	97%
Concreto Horizontal	x	95%	x	96%	x	93%	x	93%	x	96%
PPC DIARIO	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5	
	95%		95%		94%		95%		95%	

PPC SEMANAL	95%
-------------	-----

Análisis de Restricciones	
Día 1	
Día 2	
Día 3	Demoro en las deliberaciones de los frentes de trabajo
Día 4	
Día 5	

Tabla 91 Porcentaje de Plan Cumplido - Semana 11

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 11										
ACTIVIDAD - TAREA	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO SEMANA 11									
	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
ESTRUCTURAS - SEMANA 11										
FRENTE II, III										
Encofrado Vertical	x	94%	x	95%	x	93%	x	96%	x	94%
Encofrado Horizontal	x	93%	x	94%	x	93%	x	95%	x	95%
Acero Vertical	x	95%	x	95%	x	97%	x	94%	x	93%
Acero Horizontal	x	95%	x	95%	x	95%	x	94%	x	96%
Concreto Vertical	x	93%	x	96%	x	95%	x	94%	x	94%
Concreto Horizontal	x	92%	x	96%	x	95%	x	95%	x	96%
PPC DIARIO	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5	

	94%	95%	95%	95%	95%
PPC SEMANAL	95%				
Análisis de Restricciones					
Dia 1					
Dia 2					
Dia 3					
Dia 4					
Dia 5					

Tabla 92 Porcentaje de Plan Cumplido - Semana 12

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 12

ACTIVIDAD - TAREA	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO SEMANA 12									
	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
ESTRUCTURAS - SEMANA 12										
FRENTE I, II										
Encofrado Vertical	x	97%	x	96%	x	95%	x	97%	x	96%
Encofrado Horizontal	x	94%	x	96%	x	97%	x	95%	x	96%
Acero Vertical	x	96%	x	96%	x	94%	x	95%	x	96%
Acero Horizontal	x	92%	x	96%	x	95%	x	95%	x	97%
Concreto Vertical	x	93%	x	95%	x	96%	x	96%	x	94%
Concreto Horizontal	x	96%	x	96%	x	96%	x	97%	x	98%
PPC DIARIO	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5	
	95%		96%		96%		96%		96%	

PPC SEMANAL	96%
-------------	-----

Análisis de Restricciones	
Día 1	
Día 2	
Día 3	
Día 4	
Día 5	

Al finalizar la toma de datos comprobamos que, a partir de los cambios planteados estratégicamente en las diferentes etapas de evaluación con respecto a la sectorización, trenes de actividades, circuito fiel y cartas balances hemos aumentado los porcentajes de plan cumplido de un 79% inicial aun 96% al culminar las 12 semanas de evaluación demostrando con ello que lean construction influye en la productividad de la mano de obra.

Productividad, Ratios de Productividad y CPI

Tabla 94 Programación Semana - Semana 03

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 03										
ACTIVIDAD - TAREA	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO SEMANA 03									
	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
ESTRUCTURAS - SEMANA 3										
FRENTE I, II										
Encofrado Vertical	x	86%	x	84%	x	83%	x	84%	x	85%
Encofrado Horizontal	x	85%	x	82%	x	84%	x	87%	x	84%
Acero Vertical	x	82%	x	83%	x	82%	x	83%	x	84%
Acero Horizontal	x	77%	x	79%	x	81%	x	83%	x	84%
Concreto Vertical	x	86%	x	87%	x	84%	x	85%	x	86%
Concreto Horizontal	x	81%	x	82%	x	84%	x	85%	x	82%
PPC DIARIO	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5	
	83%		83%		83%		85%		84%	
PPC SEMANAL	83%									

Causas de Incumplimiento	
Día 1	Retraso en la entrega de materiales
Día 2	Herramientas dañadas
Día 3	Demoró en las deliberaciones, para realizar la actividad
Día 4	Insuficientes frentes de trabajo
Día 5	Tiempos de ocio largos, por mala ubicación se SS.HH.

Tabla 93 Programación Semanal - Semana 04

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 04										
ACTIVIDAD - TAREA	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO SEMANA 04									
	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
ESTRUCTURAS - SEMANA 4										
FRENTE III, II										
Encofrado Vertical	x	83%	x	85%	x	87%	x	83%	x	84%
Encofrado Horizontal	x	84%	x	85%	x	86%	x	87%	x	86%
Acero Vertical	x	82%	x	84%	x	83%	x	85%	x	84%
Acero Horizontal	x	81%	x	83%	x	81%	x	84%	x	86%
Concreto Vertical	x	87%	x	88%	x	84%	x	86%	x	87%
Concreto Horizontal	x	85%	x	85%	x	83%	x	84%	x	84%
PPC DIARIO	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5	
	84%		85%		84%		85%		85%	
PPC SEMANAL	85%									

Causas de Incumplimiento

Día 1	Distancia de acarreo de materiales en pisos superiores
Día 2	Distancia de acarreo de materiales en pisos superiores
Día 3	Demoró en las deliberaciones, para realizar la actividad
Día 4	Demoró en las deliberaciones, para realizar la actividad
Día 5	Deficiencia entre coordinación de personal técnico y administrativo

A partir de la semana 03 y 04 vemos las mejoras que proporciona la sectorización aumentando los CPI de las partidas de colocación de acero, encofrado y desencofrado y vaciado de concreto. Los cuales nos permiten saber la relación existente entre lo programado y ejecutado según el presupuesto de obra existente.

Tabla 95 Programación Semanal - Semana 05

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 05

ACTIVIDAD - TAREA	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO SEMANA 05									
	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
ESTRUCTURAS - SEMANA 5										
FRENTE I, III										
Encofrado Vertical	x	85%	x	83%	x	83%	x	86%	x	84%
Encofrado Horizontal	x	90%	x	92%	x	87%	x	89%	x	91%
Acero Vertical	x	82%	x	79%	x	85%	x	84%	x	86%
Acero Horizontal	x	92%	x	89%	x	91%	x	92%	x	91%
Concreto Vertical	x	88%	x	89%	x	89%	x	71%	x	91%
Concreto Horizontal	x	87%	x	87%	x	86%	x	80%	x	85%
PPC DIARIO	Día 1	Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		
	87%	87%		87%		84%		88%		

PPC SEMANAL	86%
-------------	-----

Causas de Incumplimiento	
Día 1	Demoró en las deliberaciones, para realizar la actividad
Día 2	Demoró en las deliberaciones, para realizar la actividad
Día 3	Deficiencia entre coordinación de personal técnico y administrativa
Día 4	Se tuvo que demoler una placa de 7 ml por falta de plomada
Día 5	Deficiencia entre coordinación de personal técnico y administrativa

Tabla 96 Programación Semanal - Semana 06

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 06

ACTIVIDAD - TAREA	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO SEMANA 06									
	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
ESTRUCTURAS - SEMANA 6										
FRENTE I, II										
Encofrado Vertical	x	87%	x	86%	x	88%	x	85%	x	86%
Encofrado Horizontal	x	87%	x	91%	x	92%	x	90%	x	90%
Acero Vertical	x	84%	x	82%	x	84%	x	84%	x	85%
Acero Horizontal	x	93%	x	93%	x	92%	x	91%	x	89%
Concreto Vertical	x	86%	x	86%	x	87%	x	89%	x	91%
Concreto Horizontal	x	88%	x	89%	x	88%	x	89%	x	89%
PPC DIARIO	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5	
	88%		88%		89%		88%		88%	

PPC SEMANAL	88%
-------------	-----

Causas de Incumplimiento	
Día 1	Demoró en las deliberaciones, para realizar la actividad
Día 2	Deficiencia entre coordinación de personal técnico y administrativo
Día 3	Falta de Materiales
Día 4	Rehacer actividades
Día 5	Deficiencia entre coordinación de personal técnico y administrativo

De la semana 05 a la 07 corresponde a las mejoras que genera dentro de la obra la aplicación de la sectorización y de los trenes de actividad a los porcentajes de CPI de las partidas de colocación de acero, encofrado y desencofrado y vaciado de concreto aumentando los porcentaje de valores de 0.81 a 0.88 en el caso del acero, de valores de 0.760 a 0.877 para el encofrado y desencofrado y valores de 0.782 a 0.882 para las partidas de vaciado de concreto durante las 07 semanas de evaluación que se viene realizando la toma de datos con lo que podemos comprobar que la aplicación de la sectorización y trenes de actividades permite mejorar los por porcentajes de CPI.

Tabla 97 Programación Semanal - Semana 07

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 07

ACTIVIDAD - TAREA	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO SEMANA 07									
	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
ESTRUCTURAS - SEMANA 7										
FRENTE II, III										
Encofrado Vertical	x	89%	x	88%	x	91%	x	87%	x	86%
Encofrado Horizontal	x	89%	x	91%	x	91%	x	93%	x	93%
Acero Vertical	x	86%	x	87%	x	88%	x	86%	x	86%
Acero Horizontal	x	92%	x	91%	x	93%	x	93%	x	95%
Concreto Vertical	x	89%	x	91%	x	93%	x	93%	x	92%
Concreto Horizontal	x	89%	x	92%	x	91%	x	92%	x	93%
PPC DIARIO	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5	
	89%		90%		91%		91%		91%	

PPC SEMANAL	90%
-------------	-----

Causas de Incumplimiento	
Día 1	Demoró en las deliberaciones, para realizar la actividad
Día 2	Falta de Materiales
Día 3	Deficiencia entre coordinación de personal técnico y administrativo
Día 4	
Día 5	

Tabla 988 Programación Semanal - Semana 08

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 08

ACTIVIDAD - TAREA	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO SEMANA 08									
	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
ESTRUCTURAS - SEMANA 8										
FRENTE II, III										
Encofrado Vertical	x	91%	x	90%	x	91%	x	92%	x	89%
Encofrado Horizontal	x	92%	x	92%	x	92%	x	91%	x	93%
Acero Vertical	x	92%	x	91%	x	90%	x	91%	x	89%
Acero Horizontal	x	91%	x	91%	x	91%	x	92%	x	91%
Concreto Vertical	x	92%	x	92%	x	94%	x	91%	x	94%
Concreto Horizontal	x	91%	x	91%	x	92%	x	93%	x	94%
PPC DIARIO	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5	
	92%		91%		92%		92%		92%	

PPC SEMANAL	92%
-------------	-----

Causas de Incumplimiento	
Día 1	
Día 2	Deficiencia entre coordinación de personal técnico y administrativa
Día 3	
Día 4	
Día 5	

Tabla 99 Programación Semanal - Semana 09

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 09										
ACTIVIDAD - TAREA	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO SEMANA 09									
	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
ESTRUCTURAS - SEMANA 9										
FRENTE I, II										
Encofrado Vertical	x	93%	x	95%	x	96%	x	94%	x	94%
Encofrado Horizontal	x	93%	x	95%	x	96%	x	94%	x	93%
Acero Vertical	x	94%	x	94%	x	92%	x	95%	x	94%
Acero Horizontal	x	92%	x	93%	x	91%	x	90%	x	92%
Concreto Vertical	x	93%	x	94%	x	91%	x	95%	x	94%
Concreto Horizontal	x	93%	x	84%	x	94%	x	96%	x	92%
PPC DIARIO	Día 1	Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		
	93%	93%		93%		94%		93%		
PPC SEMANAL	93%									

Causas de Incumplimiento	
Día 1	Falta de Materiales
Día 2	Demoró en las deliberaciones, para realizar la actividad
Día 3	Retraso de mezcladora de concreto
Día 4	
Día 5	

Tabla 100 Programación Semana - Semana 10

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 10										
ACTIVIDAD - TAREA	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO SEMANA 10									
	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
ESTRUCTURAS - SEMANA 10										
FRENTE II, III										
Encofrado Vertical	x	94%	x	94%	x	95%	x	95%	x	94%
Encofrado Horizontal	x	93%	x	95%	x	94%	x	96%	x	95%
Acero Vertical	x	96%	x	95%	x	95%	x	94%	x	91%
Acero Horizontal	x	96%	x	94%	x	93%	x	95%	x	94%



Concreto Vertical	x	93%	x	93%	x	95%	x	96%	x	97%
Concreto Horizontal	x	95%	x	96%	x	93%	x	93%	x	96%
PPC DIARIO	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5	
	95%		95%		94%		95%		95%	

PPC SEMANAL	95%									
-------------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Causas de Incumplimiento	
Día 1	
Día 2	
Día 3	Demoro en las deliberaciones de los frentes de trabajo
Día 4	
Día 5	

Tabla 101 Programación Semanal - Semana 11

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 11

ACTIVIDAD - TAREA	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO SEMANA 11									
	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
ESTRUCTURAS - SEMANA 11										
FRENTE II, III										
Encofrado Vertical	x	94%	x	95%	x	93%	x	96%	x	94%
Encofrado Horizontal	x	93%	x	94%	x	93%	x	95%	x	95%
Acero Vertical	x	95%	x	95%	x	97%	x	94%	x	93%
Acero Horizontal	x	95%	x	95%	x	95%	x	94%	x	96%
Concreto Vertical	x	93%	x	96%	x	95%	x	94%	x	94%
Concreto Horizontal	x	92%	x	96%	x	95%	x	95%	x	96%
PPC DIARIO	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5	
	94%		95%		95%		95%		95%	

PPC SEMANAL	95%									
-------------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Causas de Incumplimiento	
Día 1	
Día 2	
Día 3	
Día 4	
Día 5	

Tabla 102 Programación Semanal - Semana 12

PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANA 12

ACTIVIDAD - TAREA	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO SEMANA 12									
	Día 1	PPC	Día 2	PPC	Día 3	PPC	Día 4	PPC	Día 5	PPC
ESTRUCTURAS - SEMANA 12										
FRENTE I, II										
Encofrado Vertical	x	97%	x	96%	x	95%	x	97%	x	96%
Encofrado Horizontal	x	94%	x	96%	x	97%	x	95%	x	96%
Acero Vertical	x	96%	x	96%	x	94%	x	95%	x	96%
Acero Horizontal	x	92%	x	96%	x	95%	x	95%	x	97%
Concreto Vertical	x	93%	x	95%	x	96%	x	96%	x	94%
Concreto Horizontal	x	96%	x	96%	x	96%	x	97%	x	98%
PPC DIARIO	Día 1	Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		
	95%	96%		96%		96%		96%		

PPC SEMANAL	96%
-------------	-----

Causas de Incumplimiento	
Día 1	
Día 2	
Día 3	
Día 4	
Día 5	

Podemos apreciar si comparamos los porcentajes de CPI, correspondiente a la semana 07 del acero 0.898 a 0.959 correspondiente a la semana 12 podemos apreciar la influencia del circuito fiel dentro de los porcentajes por otro lado las partidas de encofrado y desencofrado en la semana 07 tenían un valor de 0.877 y en la semana 12 tenemos un valor de 0.952. Por último, para las partidas de concreto en la semana 07 tenían un CPI de 0.915 y al terminar la semana 12 se tiene un valor de 0.957, la toma de datos se hace la comparación a partir de la semana 07 ya que a partir de la culminación de esta se aplicaron los cambios realizados por el circuito fiel.

Panel Fotográfico.

Se adjunta imágenes de visita a campo de la obra a analizar.

Figura 23: Vista área de la obra, se puede apreciar la sectorización establecida en esta tesis



Fuente: Obra “Construcción de edificación de 12 pisos en Malecón Castilla

Figura 24: Análisis de las cuadrillas seleccionadas en la muestra de esta investigación.



Fuente: Obra “Construcción de edificación de 12 pisos en Malecón Castilla

Figura 25: Análisis de los trabajos de la cuadrilla de vaciado de concreto



Fuente: Obra “Construcción de edificación de 12 pisos en Malecón Castilla

Figura 26: Vista de trabajos de ferrería y carpintería.



Fuente: Obra “Construcción de edificación de 12 pisos en Malecón Castilla

Figura 27: Cuadrilla de vaciado de concreto



Fuente: Obra “Construcción de edificación de 12 pisos en Malecón Castilla